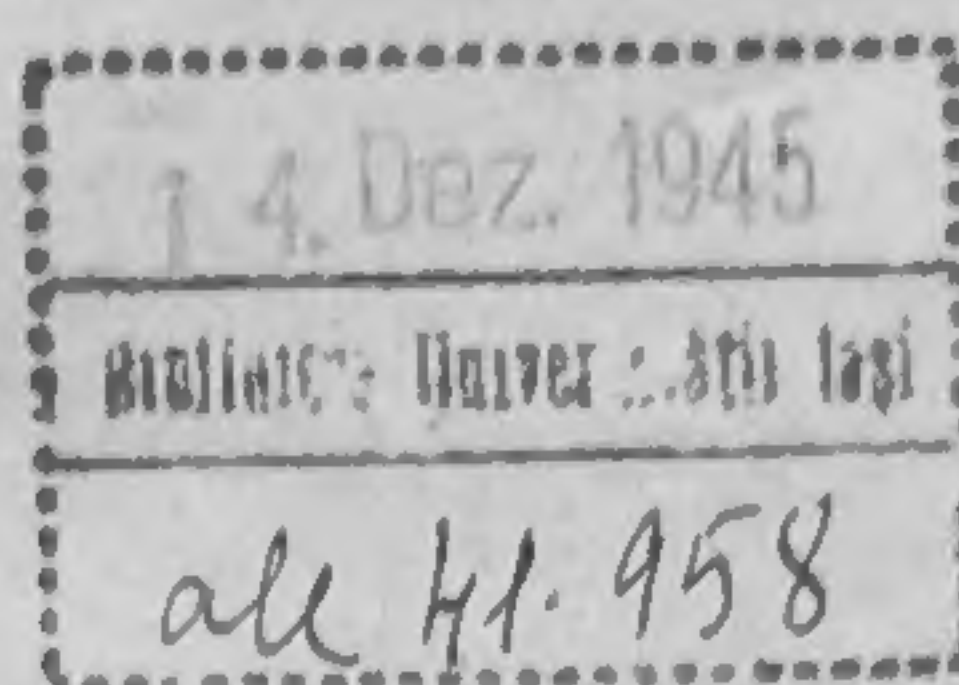


IV 3088

PUBLICAȚIILE INSTITUTULUI REGAL DE CERCETĂRI ȘTIINȚIFICE
AL ROMÂNIEI



MATERIA ȘI VIAȚA ✓

Referate de :

V. VÂLCOVICI,	S. GHICA BUDEȘTI,	I. ATANASIU,
G. MACOVEI,	F. RAINER,	E. ANGELESCU,
R. CODREANU,	T. SĂVULESCU,	C. MOTAȘ

cu un cuvânt de inaugurare de ION PETROVICI

B.C.U.- IASI 590719



MONITORUL OFICIAL ȘI IMPRIMERIILE STATULUI
IMPRIMERIA NAȚIONALĂ, BUCUREȘTI 1944
ROMÂNIA

11 DEC. 1944

C O N Ţ I N U T

	<u>Pagina</u>
V. VÂLCOVICI, Prefață	5
I. PETROVICI, Cuvânt de inaugurare	9
V. VÂLCOVICI, Perioada astronomică a pământului. Ipoteze cosmo- gonice	11
S. GHICA BUDEȘTI, Geofizica și Geochimia în formarea scoarței .	35
I. ATANASIU, Diferențierea constituțională (chimică) a scoarței pă- mântului pe verticală. Efecte biologice	51
G. MACOVEI, Structura scoarței terestre și erele geologice	67
FR. RAINER, Substanța vie	95
E. ANGELESCU, Circuitul materiei comandat de viață	107
R. CODREANU, Evoluția ființei organizate	135
TR. SĂVULESCU, Baza genetică a evoluției ființelor	167
C. MOTĂȘ, Repartiția vieții pe pământ	217

PREFAȚĂ

Volumul care apare azi cuprinde nouă referate. Ele se grupează în jurul subiectului: «Evoluția materiei terestre în legătură cu fenomenul vital», sau mai scurt «Materia și viața».

Institutul de cercetări științifice al României încearcă prin seria aceasta de referate, o metodă de lucru mai puțin obicinuită, dar pe care o socotim necesară.

Problemele, pe care ni le pun fenomenele naturale, sunt, în genere, inabordabile în toată complexitatea lor. De aceea, știința le desface în mai multe probleme componente, cu intenția ca după tratarea fiecăreia în parte să reconstitue totul inițial.

Însă împărțirea aceasta a subiectului merge câteodată foarte departe, așa încât cercetătorul care-și ia sarcina unei atari probleme parțiale, simte nevoia să-și antreneze forțele într'un anumit fel, în acela care convine specificului chestiunii. Astfel, două probleme componente se pot diferenția nu numai ca scop, dar chiar și ca metodă, până într'atâta, încât o încercare de reconstituire a problemei de ansamblu să întâmpine serioase dificultăți. O astfel de reconstituire ne apare adesea ca un mozaic de piese ce nu se pot lipi perfect împreună, fie din diferențieri de metodă, fie chiar din schimbările de accent principal intervenite în cursul cercetării. De aceea, ar fi util ca din când în când lucrătorii intelectuali să-și confrunte rezultatele muncii lor, cu scopul problemei dominante.

Fără îndoială că dintr'o asemenea confruntare ar putea rezulta sugestii noi pentru cercetarea științifică, iar dacă operația ar avea loc pentru mai multe componente deodată, folosul ar putea fi și mai mare.

Călăuzit de astfel de gânduri Institutul de Cercetări științifice al României încearcă prin seria aceasta de referate să împlinească un gol simțit în literatura științifică, nu numai din țară, dar chiar și din străinătate.

Am ales ca subiect central al referatelor «Evoluția materiei terestre în legătură cu fenomenul vital», pentru că ni s'a părut că această chestiune

se află oarecum în centrul preocupărilor actuale mai mult ca oricare alt subiect științific. Cercetările mai noi asupra genelor și asupra rolului lor în structura și constituția vieții, fenomenul virusului filtrant, care are aerul să micșoreze golul dintre cea mai simplă expresie a vieții, de o parte și materia anorganică, de alta, precum și atâtea alte descoperiri în domeniul chimiei biologice mai cu seamă, fac din problema vieții — privită ca un capitol al științelor pozitive — cea mai atractivă problemă din cele actuale. Omul de știință ca și gânditorul sintetic sunt deopotrivă interesați la înlănțuirea fenomenelor care compun această turburătoare problemă și așteaptă cu o legitime nerăbdare, rezultate verificate, care să lumineze linia ei generală. Și unul și celălalt au nevoie însă de o adaptare a expunerii la îndemâna înțelegerii lor. Doritorilor de a se iniția în problemele de seamă ale gândirii științifice le-ar fi imposibil să studieze toate memoriile care conțin rezultate apreciable în capitolele respective; mai întâi, pentru că celor mai mulți le lipsește pregătirea specială, care să le permită citirea cu folos a lucrărilor făcute de specialiști; apoi pentru că studiul acestor lucrări le-ar răpi un timp prea lung, ceiace ar împieta serios asupra programului lor de lucru. Credem însă că pentru folosința nespecialiștilor s'ar putea lăsa la o parte unele amănunte din lucrările de specialitate, care le-ar îngreuna înțelegerea, mărginind expunerea la esență. Această simplificare trebuie făcută, firește, cu multă grijă, pentru a se evita pericolul unei anemieri a faptelor și rezultatelor, așa cum se întâmplă adesea în operele de vulgarizare. Esența cercetării trebuie redată cu toate calitățile ei științifice. De aceea am și numit din capul locului « referate », și nu « conferințe », dezvoltările pe care aveam să le prezentăm oral, unui public de intelectuali deprinși cu gândirea științifică.

Odată fixați asupra acestui punct esențial, am împărțit subiectul în nouă capitole, pentru a-i putea prezenta toate fețele mai importante. Am început cu nașterea materiei terestre, așa dar cu capitolul cercetărilor și rezultatelor cosmogonice. Am trecut apoi la faza geologică a materiei, și anume, întâi la capitolul geofizicei și geochimiei, apoi la diferențierea constituțională pe verticală a scoarței și în urmă la erele geologice în legătură cu structura scoarței pământești. După această parte având oarecum caracter de pregătire sau de introducere, intrăm în inima subiectului cu patru referate: unul des pre substanța vie, altul despre circuitul materiei comandat de viață, altul despre evoluția ființei organizate și altul despre baza genetică a evoluției ființelor. Ca încheiere am pus la finele seriei, capitolul privind repartiția vieții pe pământ.

Cam acestea erau intențiile noastre inițiale când ne-am fixat asupra subiectului. Acum se pune o altă întrebare importantă: cine își va lua răspunderea redării lui sub forma simplificată și în condițiile amintite? Căci tot succesul întreprinderii atârna de alegerea persoanelor care urmau să facă

referatele. După diverse consultări și îndelungi chibzuiri ne-am fixat asupra persoanelor: acelea ale căror referate sunt publicate în volumul de față. O întrunire prealabilă a tuturor autorilor era imperios cerută. Am avut mai multe. În aceste întruniri am desbătut pe larg felul cum trebuie prezentat subiectul, așa ca el să corespundă cât mai bine scopului urmărit. Ședințele acestea au fost prilej de comentarii interesante în jurul conținutului referatelor ce trebuiau să vină, comentarii care de cele mai multe ori erau adevărate prelegeri făcute de specialiști, dar nu pentru specialiști, ci pentru oameni maturi intelectuali vorbind, care nu posedă tehnica specialității vorbitorului. Azi, când ne reamintim materialul acela bogat, care a trecut prin fața noastră în decursul celor 5—6 ședințe câte am avut, ne munește părerea de rău că n'am stenografiat discuțiile. Poate că revizuite, ar fi putut vedea și ele, sub o formă sau alta, lumina tiparului, pentru a folosi unui cerc mai larg de curioși. În orice caz, în aceste întruniri ne-am apropiat toți referenții mai mult unul de altul, în ceea ce privește atât metoda de lucru cât și scopul pe care trebuie să-l urmărim.

Ca formă de prezentare am hotărât dela început ca referatul scris să fie citit în fața auditorului, urmând ca unele explicațiuni în legătură cu tablourile sau hărțile aduse să poată fi făcute oral, liber. În ceea ce privește publicul căruia urma să ne adresăm oral, hotărâsem la început ca acesta să fie foarte restrâns: 30—40 de intelectuali, oameni de știință, care ar avea interes pentru asemenea prezentări. În sânul acestei adunări urma ca după fiecare referat să se facă o discuție la care să participe cine dorește dintre cei prezenți. Discuțiile acestea trebuiau, în intenția noastră, să fie tipărite odată cu referatele care le-au dat naștere.

În ultimul moment am crezut totuși că e mai bine să lăsăm liberă intrarea tuturor în sala de referate, și avem convingerea că am făcut bine. Sala a fost astfel populată de un auditoriu mult mai numeros decât ni-l închipuiam, căruia referatele i-au dat prilej la sugestii și la impulsuni spre lecturi. Ne gândim mai ales la tineretul nostru universitar, care a avut astfel ocazia să-și controleze, să-și verifice și să-și completeze cunoștințele esențiale, care poate în țesătura puțin cam uscată a lecțiunilor prea tehnice, așa cum se cam fac la universitate, sunt adeseori umbrite până la dispariție. Am încercat de asemeni să facem și discuții în jurul subiectelor expuse în referate. Trebuie să recunoaștem însă că încercarea nu a reușit. Discuțiile nu au dat ceea ce așteptam noi dela ele, ba câteodată ele au avut tendința să ia un aspect personal. De aceea nici nu am crezut necesar să le tipărim.

Referatele care apar azi — cu oarecare întârziere ușor explicabilă — au fost dezvoltate oral în decursul anului 1942. Ele sunt aproximativ identice cu acelea citite în ședințe — abstracție făcând de unele completări care deveniseră necesare între timp. Se înțelege că tipărindu-le am respectat cu

sfîntenie manuscrisul, fără a ne permite vreo modificare, nici chiar atunci când am fi avut impresia că ar fi cazul să intervenim pentru a prezenta un volum mai omogen. De altfel modificările pe care am fi fost ispitiți a le face erau în genere de minimă importanță, așa încât lipsa lor aproape că nu se va resimți.

În rezumat, referatele acestea urmăresc să dea linia generală a problemei legată de conjugarea materie-viață. Judecând după interesul pe care l-a stîrnit prezentarea lor orală, suntem îndreptățiți a crede că ne aflăm pe calea unei realizări folositoare. Rămâne ca o nouă ediție să țină seama de sugestiile care ne vor veni, suntem siguri, din multe părți.

V. VÂLCOVICI

București, 1 Ianuarie 1944.

CUVÂNTAREA DOMNULUI PROFESOR ION PETROVICI, MINISTRUL CULTURII NAȚIONALE ȘI AL CULTELOR, LA INAUGURAREA CICLULUI DE REFERATE ORGANIZAT DE INSTITUTUL DE CERCETĂRI ȘTIINȚIFICE AL ROMÂNIEI

Onorată asistență,

Accidentul calității mele actuale îmi dă președinția acestei ședințe inaugurale deodată cu îndatorirea de a rosti câteva cuvinte protocolare. Această obligațiune protocolară s'ar fi exteriorizat într'o formă extrem de scurtă, dacă nu s'ar fi adăugat o împrejurare, care nu mai este accident, anume faptul profesiunii mele constante, față de care prezintă o mare atracțiune și un viu interes tot ciclul acesta de referate organizat de Institutul de Cercetări Științifice al României.

În adevăr, citind programul referatelor și văzând seria tuturor problemelor, mi-am dat seama că ele aparțin deopotrivă științei și filosofiei. Sau, dacă vreți, sunt probleme care stau la hotarul dintre filosofie și știință, hotar, pe care și filosofi și oamenii de știință au fost mereu ispitiți să-l încalce: filosofi în căutarea unui fundament de fapte solide pentru elanul lor speculativ, iar oamenii de știință căutând să completeze domeniul specialității lor prin îmbrățișarea unui orizont mai vast și a unor zări mai largi. Sunt oarecum probleme care se găsesc pe linia de demarcațiune dintre știință și filosofie, linie lângă care poate să se înfrățească filosofi și oamenii de știință, întocmai ca grănicerii a două țări vecine, bine înțelese, când nu sunt beligerante. Ce e drept, oamenii de știință și filosofi au fost de multe ori beligeranți. Războaiele lor, în momentul când se produceau, păreau că cuprind rațiuni absolute. Mai târziu, când au trecut timpurile, fiecare a rămas convins că au fost războaie superflue, pentru că, în realitate, filosofia și cu știința sunt menite să trăiască în cele mai bune raporturi, să aibă raporturi pacifice și, ca să întrebuițez o formulă la modă astăzi, o formulă economică, să-și întrească produsele lor reciproc.

Onorată asistență,

După câte știu, acest Institut de cercetări științifice al României a avut inițial o menire determinată, o menire de căpetenie, anume să facă acele cercetări care sunt cerute de interesul Statului. Dacă vreți, să facă acele cercetări

pe care stăpânirea le va indica drept urgente. Ar fi realizarea târzie a unui vechi plan al filosofului francez A. Comte, care în a doua parte a filosofiei sale, vrând să reorganizeze viața socială, decisese ca pe viitor savanții să nu aibă dreptul să cerceteze decât acele chestiuni pe care le va indica puterea executivă. Așa dar nu numai probleme care erau de cercetat cu precădere, dar ei să nu aibă voie să cerceteze alte probleme, în niciun caz pe acele desinteresate, lipsite de interes practic aparent. De sigur o atitudine exagerată, pentru motivul că niciodată nu poți să tragi o fruntarie precisă între cercetările care au interes practic și cercetările care nu au interes practic. Nu poți să tragi o linie de demarcațiune pentru motivul că de multe ori aplicațiuni tehnice foarte importante au avut la baza lor o formulă abstractă, pe care autorul ei a conceput-o, făcând știință pură, teorie pentru teorie.

Evident că pentru acest motiv și Institutul de cercetări științifice din România, a trebuit să-și lărgască, cu voie sau fără voie, tendința inițială de a face cercetări, exclusiv legate de interesul momentan al Statului.

Acest ciclu de referate, care se inaugurează astăzi, este expresia tocmai a acestei lărgiri, a convingerii că nu se poate izola știința aplicată de problemele speculative, ce par lipsite de aplicațiuni.

Nu-mi rămâne acum decât să declar deschis acest ciclu de referate, fiecare firește cu individualitatea lui, dar care la o laltă alcătuiesc un întreg, întocmai ca un convoi de vagoane, unde fiecare din ele e distinct, dar cu toate acestea sunt legate împreună, merg în aceeași direcțiune și aleargă către același țel. Deci, declar deschisă această serie de referate, sau, dacă vreți, acest congres național de savanți români. Zic congres, pentru că pe lângă fiecare expunere s'au anunțat și discuțiuni, care, evident, nu vor fi mai puțin interesante.

Acum dau cuvântul d-lui Profesor Vâlcovici.

PERIOADA ASTRONOMICĂ A PĂMÂNTULUI.
IPOTEZE COSMOGONICE

de VICTOR VÂLCOVICI

I

Pământul, planeta pe care omul este obligat să viețuiască, rămâne încă un necunoscut, cu toate eforturile noastre de a-l cunoaște și cu toată perfecționarea evidentă a mijloacelor de cercetare științifică.

Se poate spune, este drept, că explorările geografice au transformat toată suprafața pământului, într-o rețea de locuri cunoscute. În adâncime însă explorările omenești n'au depășit distanța de 20 km pe verticală. Despre constituția și structura planetei noastre dincolo de această adâncime nu avem decât o vagă cunoștință datorită mai curând unor accidente decât unor studii sistematice. În adevăr, numai datorită cutremurelor de pământ s'au putut pune în evidență cele două suprafețe de discontinuitate situate respectiv la 1.200 și la 2.900 de km adâncime, precum și oarecare indicațiuni asupra nucleului pământesc.

Atunci când ne propunem să studiem evoluția materiei terestre, ne încumetăm a cerceta, la urma urmei, evoluția însăși a pământului, cel puțin într'unul din capitolele sale; evoluția sa în trecut și în viitor, ținând seama de starea actuală a planetei. Problema cu care ar trebui să începem studiul evoluției materiei terestre s'ar putea formula în felul următor:

Date fiind caracteristicile fizice actuale ale planetei, să se determine:

1. *Factorii care le-au putut influența în trecut precum și aceia care le vor modifica în viitor.*

2. *Înlănțuirea modificărilor acestor caracteristice fizice, atât în trecut cât și în viitor.*

Cu ajutorul unui limbaj simbolic am putea enunța problema mai simplu:

Cunoscând intersecția istoriei pământului cu momentul prezent, se cere să-i determinăm toată traiectoria (în trecut și în viitor).

Un mecanicist al veacului al XVIII-lea ar răspunde, fără ezitare, că formal problema este rezolvată pentru o inteligență care, cum spunea Laplace, « la un moment dat ar cunoaște toate forțele ce însuflețesc natura precum și situația tuturor părților ei constitutive, și care ar fi în stare să supună aceste date, operațiunilor Analizei matematice ». Această inteligență « ar putea cuprinde

în aceeași formulă, și mișcările celor mai mari corpuri din Univers și acelea ale celor mai ușori atomi. Nimic n'ar fi nesigur pentru dânsa: viitorul și trecutul ar fi prezente ochilor ei ».

Se înțelege că am face o nedreptate marclui matematician francez, dacă am crede că el socotea chestiunea rezolvată prin enunțarea aceasta semeață, a celei mai cuprinzătoare probleme de existență. Dar cert e că mulți gânditori de pe timpul lui își închipuiau că problema nașterii și a evoluției universului material poate fi privită ca aparținând unui anumit capitol al Mecanicei raționale, și că ea își va găsi soluția, într'un viitor mai apropiat sau mai depărtat, mulțumită puternicului instrument matematic. La întărirea acestei convingeri contribuiau pe de o parte, succesele minunate ale Mecanicei lui Newton aplicată la mișcarea corpurilor cerești, iar pe de alta, speranțele de aritmeticizare a lumii fizice. Visul științei din pragul veacului al XIX-lea era să determine o familie de funcțiuni matematice de timp, susceptibile de a fi calculate numeric pentru orice valoare a timpului, care să reprezinte universul material în toată complexitatea lui, în fiecare moment.

Implinirea unui atare ideal este oare cu puțință ?

Cercetarea realității materiale din ultima sută de ani ne-a procurat puternice motive de îndoială. Adâncirea fenomenului fizic implică în domeniul matematicii, o complicație neașteptată, așa că nobila disciplină a numerelor este obligată adesea să facă eforturi uriașe, punând la contribuție cele mai ascuțite instrumente, pentru a ajunge de multe ori la rezultate banale.

Azi, oamenii de știință s'au resemnat a accepta altă cale de cercetare decât cea matematică, rămânând ca știința numerelor să fie un ajutor prețios în anumite împrejurări.

Problema noastră nu aparține Mecanicei lui Newton decât numai supusă fiind unei simplificări prin care i s'ar denatura esența. În realitate, caracterul ei este complex, depășind domeniul Mecanicei raționale și intrând în acela al Hidrodinamicii și Termodinamicii așa de adânc, încât deocamdată nu licărește nicio speranță ca într'un viitor apropiat problema să fie stăpânită cu instrumentul matematic. Este drept că Mecanica cerească satisface o bună parte din pretențiile noastre cu privire la studiul planetei pământești. Ea ni-l prezintă ca pe un corp rigid, asupra căruia se exercită forțele newtoniene ce-și au sediul în masa soarelui, în aceea a lunii, precum și în masa celorlalte planete. Determinarea poziției sale în spațiu și în timp constituie o problemă matematică pe care o putem considera rezolvată, cu o precizie răspunzând tuturor cerințelor practice. Se înțelege însă că dacă în afară de atracția newtoniană ar mai intra în joc și alte forțe comparabile ca mărime cu aceasta, — ceea ce s'ar putea întâmpla în viitor, ceea ce, de sigur, s'a întâmplat în trecut — atunci problema ar lua un aspect mult mai complicat. Însăși forma pământului poate suferi modificări importante din pricina unor forțe care formează obiect de cercetare pentru alte științe decât Mecanica rațională. Pământul nu este un

corp rigid, omogen, așa cum îl consideră într'o primă aproximație Mecanica cerească, ci un corp neomogen, ascunzând sub un înveliș solid, un sâmbure fluid, supus la presiuni mari și având temperaturi înalte. Starea actuală legată de evoluția sa din trecut formează obiectul unui capitol al *Cosmogoniei*. Această știință, a cărei vârstă numără abia două veacuri de existență, are un caracter pronunțat ipotetic în lipsa unui material bogat de observație. Matematica îi procură un bun mijloc de investigație pentru anumite capitole, iar Fizica și Chimia sub forma modernă a acestor discipline, au lămurit critic unele presupuneri, îndrumându-le pe o cale mai aproape de adevăr. Totuși Cosmogonia rămâne pradă unui vag în care pot prospera tot felul de reverii neștiințifice. HENRI POINCARÉ se întreabă, cu drept cuvânt, dacă nu am luat în cercetare problema cosmogonică mult prea de vreme pentru puterile noastre de investigație și dacă nu ar fi fost mai cuminte să așteptăm până ce vom fi în posesia unei rețele mai dense de observații, pentru a porni la lucru cu speranțe mai îndreptățite de a găsi soluția căutată. Tot el însă spune că «dacă am fi fost cuminiți și curioși fără nerăbdare, este probabil că n'am fi ajuns niciodată să creăm Știința și că ne-am fi mulțumit să ne trăim mica noastră viață »¹⁾.

Cosmogonia modernă și-a primit primul impuls din partea a trei cercetători de mare dimensiune: G. LOUIS LECLERC COMTE DE BUFFON, IMMANUEL KANT și PIERRE-SIMON LAPLACE. Acești trei cugetători au emis fiecare câte o ipoteză pe care au căutat să o exploateze deductiv, confruntând-o în consecințele ei cu realitatea. Trebuie să spunem din capul locului că niciuna din cele trei construcțiuni deductive nu poate rezista mijloacelor moderne de verificare. Fizica, Chimia și chiar Astronomia ne oferă azi un material de experiență și de observație mult mai bogat decât acela de care dispuneau precursorii cercetării cosmogonice, așa încât era natural ca liniile pe care s'au angajat BUFFON, KANT și LAPLACE să nu corespundă totdeauna cu acelea indicate de faza modernă a științei. Totuși este demn de remarcat că în trăsături generale, cele trei ipoteze făcute de ei stau și azi la baza cercetării cosmogonice. S'au făcut încercări ingenioase de a le adapta la starea actuală a științei. Se poate spune însă că teoriile curente cosmogonice nu aduc, în principiu, nimic nou peste ceea ce concepuseră BUFFON, KANT și LAPLACE acum aproape 200 de ani. În cele ce urmează, vom schița pe scurt cele mai caracteristice dintre ipotezele cosmogonice, grupându-le, pe cât se poate, în jurul ideilor fundamentale date de Buffon, Kant și Laplace.

* * *

Nașterea și evoluția pământului trebuie urmărite odată cu evoluția întregului sistem planetar. E probabil că soarta pământului este foarte asemă-

¹⁾ HENRI POINCARÉ, *Leçons sur les hypothèses cosmogoniques*, rédigées p. H. Vergne, 2-me éd. Paris 1913, p. XLIX.

nătoare cu aceea a celorlalte planete din jurul soarelui. Ele prezintă atâtea puncte de contact, încât ar fi o greșală să le individualizăm, fără a ține seama de însușirile lor de grup.

Toate planetele descriu în jurul soarelui, în același sens, traiectorii aproape circulare, traiectorii situate foarte aproape de planul ecuatorial al soarelui, ceea ce ar trebui să constituie o indicație importantă în orice teorie cosmogonică a pământului. Pentru a explica rânduiala mișcării planetelor, DESCARTES imaginase celebra sa teorie a turbioanelor care, se înțelege, nu a putut rezista față de atâtea contradicții.

Orice ipoteză cosmogonică privind soarta pământului, va trebui să țină seama de următoarele puncte fundamentale:

1. *Pământul a împărțășit în trecut, cu oarecare aproximație, soarta celorlalte planete.*

2. *Soarele a jucat un rol dominant în procesul de naștere și de evoluție a pământului.*

Observările făcute asupra planetelor cu sateliți numeroși, ne conduc la analogii evidente între sistemul planetelor din jurul soarelui și cel al sateliților din jurul planetei. Această analogie va fi de asemeni de folos în cercetarea cosmogonică a sistemului planetar, mai ales că, din nefericire, știința nu posedă până azi nicio mărturie de existența vreunui sistem planetar din jurul altei stele. Observația unui astfel de sistem ar fi imposibilă cu mijloacele de azi, din cauza distanței mari la care se găsesc stelele de noi. O planetă de mărimea lui Jupiter în orbita de acțiune a celei mai apropiate stele, α Centauri, ar trebui să ne apară ca un corp de mărimea a 24-a situat la distanța unghiulară de 2" de stea, ceea ce depășește cu mult puterile tehnicii noastre de observație. Aceste premise, cunoscute în esență și acum 200 de ani, au format baza pe care s'au clădit ipotezele cosmogonice ale lui KANT, LAPLACE și BUFFON.

TEORIA LUI KANT

Această teorie presupune la început existența unui haos de puncte materiale discrete sau, mai exact, de corpuri de diverse mărimi, de meteorite, de unde și numele de *ipoteza meteoritelor*. După Kant, acest sistem de puncte materiale avea la început o structură omogenă. Din jocul forțelor de atracție newtoniană și al ciocnirilor, a rezultat însă o oarecare diferențiere între particule. Acolo, unde se află o asociere de mai multe la un loc, ia naștere un centru de aglomerare, către care celelalte particule vor fi abătute mai mult decât în alte sensuri. Astfel se creează cu timpul, sensuri privilegiate de mișcare și aglomerări din ce în ce mai mari de masă. Dacă se întâmplă ca una din aceste aglomerări să fie superioară celorlalte, ea atrage cu mult mai multe particule materiale, tinzând să dea naștere astfel unui corp care ar putea fi asimilat cu soarele în sistemul solar. Între timp, masa aglomerată a soarelui, care se con-

pune, din cauza legii de atracție, dintr'un nucleu mai dens și un înveliș mai puțin dens — un fel de atmosferă — începe a se roti. Kant explică în mod nesatisfăcător această rotație, mulțumindu-se să constate că diversele particule pot avea fel de fel de mișcări, însă toate cu tendința naturală (*natürlicherweise*) de a egala una pe cealaltă « adică de a ajunge, spune el, într'o astfel de stare, încât o mișcare să fie cât mai puțin jenantă (*hinderlich*) față de alta ». Cu modul acesta ajunge Kant la traiectorii circulare în jurul nucleului solar. Masa de jurîmprejur s'ar roti, constituind un fel de inel plan, asemănător cu acela al planetei Saturn. În interiorul unui atare inel se formează noi centre de atracție față de care se repetă procesul de mai sus. Așa iau naștere planetele.

Ipoteza lui Kant ne minunează și azi prin ingeniozitate și viziune clară, cel puțin în unele puncte, dacă o plasăm în ambianța științifică dela 1755, când a fost ea creată. Profesorul NÖLKE spune, cu drept cuvânt, că ar trebui să ștergem doar câteva rânduri din explicația dată de Kant pentru ca restul să rămână în picioare. Din nefericire, rândurile la care face aluzie Nölke au o însemnătate covârșitoare pentru existența restului. Cum spuneam, Kant trece prea ușor asupra rotației pe care o capătă masa. Nedumerirea este cu atât mai justificată, cu cât o atare rotație ar fi în contradicție cu teorema ariilor din Mecanică.

Tocmai pentru a evita această obiecție, astronomul francez HERVÉ FAYE a introdus o modificare a ipotezei lui KANT, presupunând că masa în forma ei inițială era animată de o mișcare turbionară lentă. Dacă masa era omogenă, ca în ipoteza lui KANT, mișcarea turbionară era circulară în medie. Faye presupune tot spațiul umplut cu un haos general de materie foarte puțin dens, format din elementele chimiei terestre și având tendința să se separe în nouri. Fiecare nour este animat de o rotație internă lentă, cam în genul mișcărilor turbionare ce se observă azi la nebuloasele spirale. Cazul unui nour neomogen, animat de o astfel de rotație, conduce la o condensare în jurul a două centre, adică la formarea unei stele duble. Cazul mai interesant pentru noi al unui nour sferic și omogen ne conduce, la traiectorii circulare. Porțiuni însemnate de turbioane interioare vor putea lua forma unui inel plan, dacă durata de rotație a particulelor respective este egală cu durata mișcărilor circulare provocate de forța centrală. Inelul acesta va înghiți particulele cu mișcări quasi-circulare, pe când acelea cu mișcări eliptice vor sfârși prin a cădea în centrul de condensare al sistemului.

Inercarea lui Faye de a explica rotația planetelor prezintă, ca și ipoteza lui Kant, un viciu fundamental. Pentru formarea inelelor plane este nevoie de viteze unghiulare egale, ceea ce pretinde o coincidență a mai multor împrejurări. Statistica matematică ne dă o posibilitate aproape nulă pentru ca un astfel de fenomen să aibă loc.

DU LIGONDÈS face o altă ipoteză pentru a explica rotația haosului. El presupune anume că particulele materiale originare erau animate de mișcări

dezordonate. « Nu facem nicio ipoteză asupra naturii acestor mișcări, spune du Ligondès, ci le lăsăm complet pe seama a ceea ce s'a convenit a se numi *hazard* ». Așa dar, am putea asimila haosul lui du Ligondès, cu o masă gazoasă, compusă dintr'un număr mare de molecule în mișcare. Făcând calculul momentului total al impulsului față de punctul central al masei se va obține un vector care, bine înțeles, va fi diferit de zero în general. Acest vector ne va da măsura unei rotații de ansamblu a masei. Autorul ipotezei mai presupune că tot haosul are forma unui elipsoid care se turtește din ce în ce mai mult din cauza căderii particulelor către centru, cădere provocată în mare parte de numeroasele ciocniri între ele. Cu timpul, particulele care au o rotație în sens contrariu, sunt antrenate prin ciocniri, la mișcarea generală. Elipsoidul turtit devine un inel aproape plan, care se rupe dealungul unor cercuri de densitate minimă. Fiecare dintre inelele acestea parțiale dă naștere la câte o planetă.

Cercetând critic ipoteza lui du Ligondès se pot spune următoarele. Calculul arată că variațiile excentricității, în măsura în care ele sunt necesare pentru teoria lui Ligondès, nu au loc în cazul când masa centrală crește în mod continuu și nici traiectoria unei planete nu va fi totdeauna chiar în mijlocul inelului. În fine, întâmplarea ar fi trebuit să conducă și la nașterea unor planete retrograde.

În concluzie, nici ipoteza lui du Ligondès nu ne poate satisface.

Pentru a înlătura aceste obiecții T. J. SEE presupune că planetele au o origine cosmică extrasolară. Corpuri cerești trecând în vecinătatea soarelui au fost captate de acesta și au devenit planetele de azi. Însăși luna ar fi după See un atare corp care a fost captat de pământ. Numele de *teoria captării* (*capture-theory*), pe care i-a dat-o autorul ei, se leagă de această idee fundamentală a ipotezei.

Cu o atare teorie ar fi însă foarte greu de explicat cum de se mișcă toate planetele în același sens în jurul soarelui, toate având traiectorii puțin înclinate pe ecuatorul solar. Pentru a răspunde acestei obiecțiuni SEE presupune că sistemul planetar s'ar fi născut dintr'o nebuloasă spirală care ar fi rezultat din întâlnirea nesimetrică a două dungi nebuloase. La început nebuloasa spirală s'ar fi întins dincolo de Neptun. Cu timpul însă ea și-ar fi micșorat dimensiunile lineare din cauza unui mediu rezistent având proprietatea să micșoreze diametrele traiectoriilor.

Intervenția mediului rezistent ridică alte obiecții serioase. Ce natură are acest mediu? See îl identifică în esență cu materia fină nebulară. Aceasta ar însemna că particulele materiale care constituie acest mediu rezistent trebuie să fie animate aproximativ de o mișcare similară cu aceea a planetelor. Calculul ne arată atunci că micșorarea diametrelor este cu totul neînsemnată față de pretențiunile teoriei lui See, cu alte cuvinte nici această teorie nu ne poate satisface.

IPOTEZA LUI LAPLACE

Marele matematician francez din veacul al XVIII-lea, PIERRE SIMON LAPLACE, de numele căruia este legat un anumit operator diferențial servind drept bază celor mai moderne investigațiuni, a emis și el o ipoteză privind nașterea și evoluția sistemului planetar, ipoteză cunoscută mai mult sub numele de teoria Kant-Laplace.

Acest nume, care se pare că a fost dat de Helmholtz, nu are nicio justificare. Pe când ipoteza cosmogonică a lui Kant cuprinde procesul de naștere al tuturor corpurilor cerești din Calea Laptelui, ipoteza lui Laplace se mulțumește a considera numai sistemul planetar al soarelui. Kant pornește dela un haos de puncte materiale discrete, pe când Laplace presupune că masa originară era alcătuită dintr'un gaz continuu. În fine, la Kant soarele și planetele apar paralel și aproape simultan, pe când în teoria lui Laplace, soarele dă naștere planetelor. De altfel, deși Laplace își publică teoria sa cosmogonică în 1796, adică abia la 41 de ani după aceea a lui Kant, totuși el nu are cunoștință de aceasta. « Buffon spune el, este singurul care, dela descoperirea adevăratului sistem al lumii, a încercat să se urce la originea planetelor și a sateliților ». Însă Laplace nu se mulțumește cu explicația lumii planetare dată de Buffon. Înlăturând-o deci dela început, Laplace pune la baza ipotezei sale, existența primordială a unei mase fluide imense, ocupând tot spațiul din jurul soarelui, până dincolo de cele mai îndepărtate corpuri ce aparțin sistemului și înconjurând soarele ca un fel de atmosferă. Cu timpul, atmosfera aceasta s'a contractat până și-a luat forma și dimensiunile de azi. În timpul contracției, atmosfera a eliberat inele în jurul soarelui precum și particule care se găseau la margine. Toate și-au continuat mișcarea circulară. Din aceste particule și inele în rotație au luat naștere planetele.

Ipoteza lui Laplace are marele avantaj că explică sensul uniform al rotației planetelor precum și apropierea planelor traiectoriilor, de planul ecuatorial solar. Rotația proprie a planetelor este lămurită mai puțin satisfăcător de Laplace, însă Poincaré a arătat că ținând seama de influența mareelor, putem face și acest fenomen destul de plauzibil în teoria Laplaciană.

Rămâne totuși o obiecție gravă care s'a adus în ultimul timp ipotezei lui Laplace. Obiecția este în legătură cu nepotrivirea raportului maselor față de raportul momentelor de rotație, luând de o parte soarele și de alta planetele. Masele tuturor planetelor laolaltă abia ating a 700-a parte din masa soarelui. Dimpotrivă, momentul rotației planetelor în jurul soarelui este de 30 de ori mai mare decât momentul rotației proprii a soarelui. Cu alte cuvinte, colosul central, care are o masă egală cu de 700 ori masa tuturor planetelor împreună, le-a dăruit prin rotația sa 97 % din propriul său moment, păstrându-și pentru sine numai restul de 3 %. Dacă fluidul originar s'ar fi întins până dincolo de Neptun, momentul total de rotație al soarelui în acea fază ar fi fost de 600 de ori mai mare ca actualul moment total (soare plus planete).

Faptul este oarecum deconcertant. Din această cauză BIRKELAND introduce forțe electromagnetice la nașterea planetelor, în afară de atracția gravitațională. « Cu ajutorul unor analogii experimentale, spune Birkeland, am încercat să arăt cum se poate forma un câmp magnetic în jurul unei stele și cum pot lua naștere descărcări electrice din corpul central, mai cu seamă în planul său ecuatorial, în același timp cu lansări de particule materiale, care continuă să descrie traiectorii în același plan ». Birkeland izbutește astfel să se elibereze de ipoteza unei atmosfere solare, care să se întindă dincolo de planeta Neptun. Totuși mărimea relativă a momentelor planetare de rotație în jurul soarelui rămâne fără explicație.

IPOTEZA STELARĂ A LUI BUFFON

Această a treia ipoteză pornește dela cu totul alt principiu. De unde în ipoteza lui Kant și în aceea a lui Laplace corpurile cerești se nășteau dintr'o masă cosmică unică, în ipoteza stelară nașterea lor este rezultatul colaborării a două sisteme-cosmice. Două stele sub formă fluidă se întâlnesc sau trec așa de aproape una de alta, încât își provoacă reciproc deformări considerabile, urmate de rupturi de masă. Bucățile de materie rezultate din contactul sau numai din apropierea celor două stele ar putea fi planetele cu sateliții lor. Am menționat numele lui BUFFON în legătură cu această ipoteză pentru că marele naturalist a enunțat cel dintâi o atare teorie, în primul volum al operei sale « *Histoire naturelle* », deci în anul 1747. El vorbește de o cometă căzând pe soare și provocând astfel o împrăștiere de materie solară care s'ar fi reunit mai departe și ar fi constituit planetele și sateliții. Pusă sub formă aceasta rudimentară ea a fost respinsă de Laplace prin argumente științifice serioase.

În zilele noastre însă ideea a fost reluată de mulți învățați, mai ales în lagărul anglo-saxon, pentru a fi adaptată la cerințele științei moderne. Lăsând la o parte teoria mai veche a lui BICKERTON (1879), voi cita pe cele mai caracteristice începând cu ipoteza CHAMBERLIN-MOULTON. Cei doi astronomi englezi CHAMBERLIN și MOULTON, presupun că un corp străin trecând în vecinătatea soarelui, a provocat pe suprafața acestuia, un flux de mari dimensiuni, atât pe fața dinspre corpul străin, cât și pe fața opusă. Mareele astfel născute au întărit puterile de erupție ale soarelui, încât porțiuni considerabile de materie au început a fi aruncate din soare în toate direcțiile. Mecanica ne spune că aceste porțiuni de materie s'ar fi întors pe soare, dacă prezența corpului străin nu le-ar fi abătut din drumul lor. În adevăr, vizitatorul cosmic exercitând asupra bucăților de soare detașate din el, atracția newtoniană, le va obliga să se abată dela traiectoriile imprimare de forțele explosive ale soarelui, încât multe dintre ele nu vor mai cădea pe soare, ci vor descrie traiectorii eliptice, atunci când vizitatorul străin se va îndepărta suficient, pentru ca acțiunea sa newtoniană să fie neglijabilă. MOULTON, unul dintre autorii ipotezei, în descrierea fenomenului publicată de *Astrophysical Journal* (XXII,

3, 1905) izbutește să dea o explicație satisfăcătoare chiar pentru mișcarea tuturor planetelor în același sens pe traiectorii apropiate de planul ecuatorului solar. Nu tot așa de plauzibilă apare însă rotația proprie a planetei cu această ipoteză. Explicația dată de Moulton este inacceptabilă.

SVANTE ARRHENIUS presupune că cele două stele se ciocnesc efectiv. Ciocnirea nefiind centrală imprimă stelelor o rotație rapidă, iar din părțile atinse izbucnesc două curenți de mase care se eliberează prin ciocnire, de marea presiune interioară. Cele două curenți vor avea forma spirală din cauza rotației stelelor. Însăși cele două stele, se turtesc din cauza rotației, și tind să ia forma unei spirale nebuloase. Dintr-o astfel de nebuloasă s'a născut sistemul planetar împreună cu soarele.

Această construcție ipotetică are la bază un fenomen, acela al ciocnirii a două stele, care se întâmplă foarte rar, cam la 10^{17} ani odată. Ar rezulta, ținând seama de frecvența fenomenului Nova pe care Arrhenius îl crede efectul unei ciocniri între două stele, că există în spațiu de 10 mii de ori mai multe stele negre decât stele luminoase. Așa dar, după Arrhenius ar trebui să admitem că există cam 10.000 de stele invizibile în spațiul cubic având latura egală cu distanța de la soare până la α Centauri. Însă o atare densitate de corpuri ar fi înrăurit în mod sensibil mișcarea planetelor, de unde tragem concluzia că ipoteza lui Arrhenius nu poate fi adevărată.

Ipoteza stelară este reluată de astronomul englez JAMES JEANS care presupune că soarele își întindea masa până la Neptun în momentul vizitei străine. Jeans presupune că materialul solar îndepărtat prin acțiunea mareelor sau a lansării de materie ar fi format o bandă mai densă la mijloc și mai subțire spre capete, care s'ar fi secționat în mai multe părți din cauza forței de atracție.

Ipoteza lui Jeans nu rezistă așa numitei condițiuni ROCHE, care cere un minimum de distanță pentru ca o masă detașată să poată rezista atracției corpului central și să rămână consistentă. În cazul ipotezei lui JEANS condiția limită a lui ROCHE ne dă de cinci ori raza soarelui, adică masa detașată ar fi trebuit să se găsească la de cinci ori distanța dela soare la Neptun, ceea ce de sigur nu se poate admite. Din această pricină JEFFREYS adoptând ipoteza lui Jeans, presupune că soarele se întindea numai până la planeta Mercur.

Chiar așa fiind, ipoteza intră în contradicție cu sensul de rotație al planetelor. În problema celor trei corpuri, în genere, nu este indicat niciun sens în mod special, așa că mișcarea directă a planetelor rămâne neexplicată în ipoteza Jeans-Jeffreys.

Demnă de a fi menționată este și ipoteza HÖRBIGER-FAUTH sau *Cosmogonia glacială* cum este denumită câte odată (*Glazialkosmogonie, Welteislehre*), pentru ținuta ei cu totul originală față de alte ipoteze: «Intr-o stea uriașă a pătruns o planetă alcătuită în cea mai mare parte din apă sau gheață. După ce planeta s'a transformat progresiv în interiorul stelei în apă supra încălzită, se întâmplă o puternică explozie de vaporii de apă. Printr'un canal în formă

de pâlnie, sunt asvârlite afară, părți din stea însoțite de un nour de vapori de apă ».

« Unele părți având viteze mari izbutesc să treacă dincolo de sfera de atracție a stelei. Între ele se formează un nou centru de gravitație, în jurul căruia se vor mișca toate pe traicectorii mai mult sau mai puțin excentrice. În vecinătatea centrului, masele incandescente vor alcătui un fel de giroscop din care vor ieși soarele și planetele. Luând hidrogen cosmic, giroscopul se va învălui într'un nour de vapori de apă proveniți din unirea hidrogenului cu oxigenul degajat de masele incandescente. Acest nour va fi antrenat în rotația maselor incandescente și deci turtit în formă de bob de linte. Din el vor ieși planetele cele mari exterioare. Stelele din Calea Laptelui sunt mici mase incandescente ale exploziei care au putut scăpa sferei de atracție a masei principale » ¹⁾.

Este evident că acestei teorii i se pot face aceleași obiecțiuni în ceea ce privește nașterea planetelor interioare, pe care le-am făcut și ipotezei meteoritelor. Pentru planetele exterioare rămâne nedeslușit misterul momentului total al rotației.

În fine, tot aici ar trebui poate citată și ipoteza lui E. BELOT, prin care se adaogă forței de atracție newtoniană ca element constructiv, încă două elemente cu caracter fundamental: ciocnirile și mișcările turbionare. Prezența ciocnirilor este dovedită, după Belot, prin fenomenul Nova, iar a mișcărilor turbionare prin existența spiralelor nebuloase. Sistemul planetar al soarelui ar fi rezultatul ciocnirii unui tub-turbion cu un nour cosmic. Ciocnirea aceasta provoacă vibrații elastice în tubul-turbion, adică umflături și noduri. Fiecare umflătură este o ciocnire pentru nourul cosmic. Tubul-turbion dă naștere soarelui, iar umflăturile provoacă în nourul cosmic, formarea de planete.

Ceea ce se poate reproșa acestei teorii este că ea conține prea multe construcții de imaginație, care nu se pot controla. Cele câteva calcule date de autor în cursul expunerii, sunt departe de a satisface cerințele spiritului științific, pentru că ele pornesc dela premise care nu pot fi altcum justificate decât prin însăși rezultatele acestor calcule. De pildă, pentru a obține legea lui BODE pentru distanțele planetelor de soare, Belot dă o distribuție a viteselor de detașare din tubul-turbion, care n'are nicio justificare fizică, așa încât face impresia că ea ar fi obținută printr'un calcul în sens invers, dela legea lui Bode spre ipoteză. Este evident că o atare construcție deductivă nu poate constitui o explicare plauzibilă pentru legea lui Bode.

În rezumat, se poate spune că eforturile oamenilor de știință de a da o explicare genetică sistemului, n'au fost încununate de succes. Niciuna din ipotezele emise nu suportă examenul serios al confruntării consecințelor lor

¹⁾ Citat după F. NÖLKE, *Entwicklung im Weltall*, Hamburg 1926, pp. 66—67.

cu materialul observat și cu legile fizice. E probabil că instrumentele de cercetare științifică a domeniului cosmogonic sunt încă prea primitive pentru a putea obține rezultate pozitive integrale.

Totuși strădania depusă în cosmogonie nu poate fi considerată ca inutilă. Ea a deschis orizonturi de cercetare, care altfel ar fi rămas închise. Incercările de a face un fel de bilanț permanent al energiei și al materiei din tot universul a condus cercetarea spre adâncirea unor fenomene stelare, cum este fenomenul Nova, care joacă probabil un rol însemnat în nașterea și evoluția lumii materiale în genere, a lumii noastre planetare în special.

CONSIDERAȚIUNI ASUPRA VÂRSTEI PĂMÂNTULUI

Pământul are o vârstă care poate fi socotită în jurul a două miliarde de ani. Este drept că metodele geologice ne dau un număr mult mai mic de ani pentru vârsta pământului. Probabil însă că durata epocelor geologice a fost în acest calcul subestimată și că ele s'au întins pe perioade mult mai lungi de timp decât ar reieși din grosimea stratelor sedimentare. Determinările făcute pe cale fizică poate sunt mai aproape de adevăr. Ținând seama de durata de 7,6 miliarde de ani necesară Uranului pentru a se transforma prin radioactivitate în plumb și de faptul că viteza de transformare rămâne sensibil constantă în toate epocile, putem ajunge la aprecieri de bună aproximație asupra vârstei unei roci de uran, după conținutul ei de plumb. Cu aproape același succes se poate întrebuița și metoda determinării conținutului de Helium dintr'un mineral. Intr'un fel sau altul, s'a găsit pentru Cambrium o vârstă de 5—600 de milioane de ani, adică o durată de zece ori mai lungă decât aceea pe care ne-o dădeau metodele geologice. Azi lumea științifică acordă mai mult credit determinării duratei prin metoda fizică a radioactivității verificată de altfel în felurite chipuri, decât determinării prin metode geologice. În timpul din urmă s'a putut dovedi chiar că viteza de sedimentare a crescut mult dela Paleozoic încoace, așa că modestia numerelor date de metodele geologice în raport cu cele date de metodele fizice își găsește astfel o explicație.

Cea mai veche rocă de care avem cunoștință este un uraninit din Rusia, având vârsta de 1,9 miliarde de ani, de unde deducem că scoarța solidificată a pământului are cel puțin această vârstă. Se poate admite deci că timpul scurs dela apariția primei pojghițe terestre este cuprinsă între 2 și 3 miliarde de ani — o adunare recentă de savanți a fixat-o la 2,7 miliarde — și că viața ar fi apărut în Algonkium, cam acum un miliard de ani. Se pare că nașterea pământului ar fi avut loc puțin timp înainte de începutul de solidificare a scoarței, cam 10—15.000 de ani numai după Jeffreys.

Vârsta pământului poate fi luată ca o limită inferioară pentru estimările privind vârsta soarelui, adică putem spune că soarele există de cel puțin

două miliarde de ani. Din nefericire, limita superioară a estimărilor privind vârsta soarelui este mult mai neprecisă. Dacă încercăm a determina o astfel de limită superioară, bazându-ne pe rezerva totală de energie a soarelui și pe cantitatea de energie emisă de el anual, dăm peste numărul de 10.000 de miliarde de ani (10^{13}) ca timp necesar pentru consumarea întregii energii solare. Acest număr poate fi privit ca o limită superioară. S'a dovedit însă în timpul din urmă că numărul este mult prea mare. S'a făcut calculul că rotația sistemului galactic din care face parte și soarele ar fi omogenizat toate mișcările stelare cu caracter oarecum individual sau de grup într'un interval așa de lung, fiindcă timpul necesar unei atari omogenizări ar fi de 10 până la 100 de miliarde de ani. Cum în prezent mai sunt încă multe stele sau constelații cu mișcări proprii, se poate presupune că vârsta galaxiei noastre este de ordinul de mărime a 10 miliarde, în orice caz sub 20 de miliarde de ani.

Limita aceasta superioară este oarecum confirmată de consecințele teoriei abatelui LEMAÎTRE privind nebuloasele spirale. După ipoteza expansiunii universului, a abatelui Lemaître, ipoteză care rezistă până în prezent tuturor atacurilor ce i se dau, acum patru miliarde de ani distanțele între nebuloasele spirale erau de 10 ori mai mici față de cele de azi. Aceste nebuloase, care azi sunt considerate ca alcătuind fiecare în parte un univers insular (*Weltinseltheorie*), între ele fiind vidul cosmic, se găseau deci în trecut mult mai apropiate, judecând după viteza de îndepărtare pe care ne-o dă analiza spectrală. Se cunoaște, în adevăr, interpretarea pe care i-a dat-o abatele Lemaître, deplasării în spre roșu a dungilor spectrale pentru nebuloasele spirale, în sensul efectului Doppler. Potrivit acestei interpretări, nebuloasele sunt animate de mișcări care le îndepărtează de noi radial, cu viteze proporționale distanțelor până la ele. Este drept că s'a încercat a se da deplasării dungilor spectrale în spre roșu o altă explicație, pentru a elibera fenomenul de o interpretare surprinzătoare și având un caracter prea senzațional. Însuși HUBBLE care a formulat și verificat forma cantitativă a legii viteselor radiale în funcțiune de distanță, a crezut la un moment dat, că a scăpat de obsesia expansiunii universului. Până azi însă toate aceste încercări pot fi privite ca nereușite, încât interpretarea abatelui Lemaître rămâne deocamdată valabilă.

Așa dar, potrivit acestei interpretări distanțele între nebuloasele spirale erau mult mai mici în trecut. Acum câteva miliarde de ani, nebuloasele erau toate laolaltă, formând o imensă masă gazoasă. Printr'un accident cosmic, s'ar fi produs atunci o catastrofă de dimensiuni uriașe, un fel de explozie universală, care a fărâmițat masa gazoasă în nenumăratele nebuloase de azi. Una dintre ele este Calea Laptelui din care fac parte toate stelele, inclusiv soarele.

Dacă interpretarea aceasta este cea justă, atunci ea vine în sprijinul presupunerii că sistemul galactic ar avea vârsta cam de ordinul de mărime a zece miliarde de ani,

CONSIDERAȚIUNI ENERGETICE

Care sunt izvoarele de energie care ar asigura stelei vârsta de 10^{10} ani? HELMHOLTZ făcea responsabilă contracția singură de toată cheltuiala de energie a stelei. Calculând lucrul mecanic degajat prin contracție și transformându-l pe jumătate în energie de radiație — pentru că cealaltă jumătate este întrebuințată la ridicarea temperaturii — se ajunge pentru soare la o durată de 23 de milioane de ani. Această durată a strălucirii soarelui era acceptată ca bună înainte de aplicarea metodei radioactive la determinarea vârstei pământului. Azi însă când se socotește la peste două miliarde de ani vârsta pământului, nu mai putem crede în tinerețea pe care i-o atribuia Helmholtz soarelui. Contracția deci nu poate acoperi nevoile de energie ale stelei.

De asemeni, *radioactivitatea* elementelor mobile nu poate fi un izvor suficient pentru soare, pentru că 1 g Uran radiază 1,2 erg-sec pe când soarele emite 1,9 erg-sec; așa dar, chiar dacă soarele ar fi alcătuit numai din Uran, tot nu și-ar putea asigura debitul de energie numai din radioactivitate.

Un izvor interesant îl găsim însă în procesul de transformare a elementelor simple în elemente superioare. Dacă, spre pildă, 4 nuclee de Hidrogen având greutatea atomică 1,008 se combină pentru a da un nucleu de Helium având greutatea atomică 4, se eliberează o masă care poate fi transformată în energie. În realitate procesul nu este chiar așa de simplu, ci mai întâi ia naștere Litium care se reduce la Helium printr'o combinație cu Hidrogenul, după ecuația $\text{Li}^7 + \text{H}^1 = 2 \text{He}^4 + \text{radiație}$. Așa dar, o stea care la început ar fi o imensă sferă roșie de Hidrogen va fi alcătuită după $3 \cdot 10^{11}$, adică după 300 de miliarde de ani, din elemente superioare, trecând prin Helium care la rândul său va juca rolul de autocatalizator. Din aceste calcule am putea trage concluzia că galaxia noastră este relativ tânără (10 miliarde de ani față de 300 de miliarde de ani) și că constituția ei chimică este foarte apropiată de cea inițială. În legătură cu acest calcul, WEIZSÄCKER spune că energia necesară expansiunii universului s'ar putea regăsi în energia nucleară eliberată prin transformarea Hidrogenului în alte elemente, în epoca în care toată masa universului era strânsă la un loc și când puteau exista temperaturi interioare mult mai mari decât cele constatate azi în interiorul stelelor. Însăși explozia ar fi datorită energiei eliberate prin punerea în acțiune a reacțiunilor nucleare.

În atmosfera acestei discuțiuni ia naștere o întrebare, care deși oarecum lăaturalnică, își are importanța sa în Cosmogonie. Care va fi soarta soarelui după ce el își va fi cheltuit toată rezerva de energie? S'ar părea că răcindu-se, soarele ar cădea la rangul de stea întunecată, ceea ce, de sigur, s'ar putea spune despre toate stelele luminoase de azi. Cu alte cuvinte, întreg universul și-ar consuma, după un timp în deajuns de lung, toată energia luminoasă precum și toată energia calorică prin radiație, pentru a fi redus numai la energia mecanică (cinetică și potențială). Se înțelege că energia electro-optică și cea calorică nu se pierd, căci ele se regăsesc pe alte corpuri. Însă distribuția

acestor energii în spațiul ocupat de materie are o tendință de omogenizare. Aplicând într'un înțeles mai larg teorema a doua a Termodinamicii, putem spune că entropia universală tinde către un maximum care ar însemna moartea calorică a Universului (*Wärmetod*). Însăși energia mecanică se transformă cu timpul în mare parte în energie calorică, prin ciocniri și frecări. Este adevărat că ciocnirile între astre se întâmplă foarte rar, însă față de timpul infinit de mare pe care ni-l putem imagina în viitor, raritatea fenomenului nu joacă niciun rol pentru concluziunile noastre. Odată transformată în energie calorică, ea va avea aceeași tendință de distribuție omogenă pe toate corpurile din univers, încât am putea spune că și energia mecanică, sau cel puțin o bună parte a ei, este destinată pieirei în sensul teoremei a doua a Termodinamicii.

Această concluzie nu ne poate satisface — și nu numai din motive sentimentale. Căci dacă e adevărat că procesul de degradare a energiei cosmice are nevoie de un timp infinit de mare pentru a ajunge la maximum de entropie, apoi nu e mai puțin adevărat că avem dreptul să presupunem și în trecut un timp infinit de lung, care ar fi fost suficient pentru ca procesul amintit să se fi împlinit până în prezent. Așa dar, dacă acest proces nu s'a terminat încă, e probabil că există oarecari mijloace de regenerare energetică. Fără a le preciza, însă acordându-le o mare însemnătate, KANT în « *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels* » (2. Teil, 7. Hauptstück) le întrebuințează pentru a dovedi că « creația nu este niciodată terminată. Ea are un început, dar nu va înceta niciodată ». În esență, Kant spune că din cenușa lumilor apuse iau naștere, ca un Phönix al Naturii, alte lumi noi, încât ceea ce se distruge într'o parte a universului, este compensat prin ceea ce se creează în altă parte.

Ideia aceasta a circuitului cosmic încăpută pe mâna filosofilor și a oamenilor de litere a avut o carieră de mare răsunet. Până și oamenii de știință pozitivă de sigur că au fost influențați de atmosfera kantiană atunci când în teoriile lor întrebuințau, probabil în mod inconștient, un binevoitor « coup de pouce » pentru a ajunge la anumite concluzii în conformitate cu ideea circuitului cosmic. Nu este locul a intra în analiza amănunțită a acestor teorii, totuși cred necesar a menționa două încercări științifice de a scăpa universul de spectrul morții calorifice, una a lui SVANTE ARRHENIUS și alta a lui W. NERNST.

Pentru Svante Arrhenius entropia crește numai în sistemele solare, însă descrește în nebuloase. Motivul unei atari afirmațiuni se sprijină, în ultimă analiză, pe concepția statistică a entropiei și deci pe caracterul *probabil* al teoremei a doua (Clausius-Carnot) a Termodinamicii. Este vorba de cunoscuta obiecție că potrivit teoriei cinetice, două gaze de aceeași constituție chimică și de temperaturi diferite, fiind puse în contact parțial, ar putea, printr'un joc al distribuției moleculelor, să-și mărească diferența de temperatură, în loc să-și niveleze starea calorică. MAXWELL ajută procesul acesta prin intervenția

unor demoni infinit mici, care ar hotărî trecerea moleculelor dintr'un spațiu în celălalt, potrivit viteselor lor. Se înțelege însă că procesul este posibil fără cheltuială de lucru mecanic. Această obiecție a fost pe larg discutată și, cel puțin în Cosmogonie, respinsă ca neprobabilă. În adevăr, un atare proces, care ar contrazice teorema Carnot-Clausius, ar avea o probabilitate așa de mică, încât contribuția sa în regenerarea cosmică ar fi neglijabilă.

NERNST se apropie mai mult de circuitul cosmic al lui Kant. El postulează dispariția unei părți considerabile din masa stelară (cam de 1.000 de ori mai mare decât aceea calculată prin metode obicinuite) în timpul evoluției ei, ca un fel de schimb de acțiuni între materie, de o parte și acel rezervoriu uriaș de energie, pe care Nernst îl numește energia punctului nul, de altă parte. Din acest rezervoriu se formează iarăși materie, undeva, în univers, sub forma unor corpuscule radioactive, bogate în energie, ceea ce ar compensa cheltuiala energetică a stelelor. Din nefericire, postulatul lui Nernst aplicat corpurilor din sistemul solar, în special pământului, conduce la contraziceri numerice ușor verificabile.

Traversând toate aceste teorii cosmogonice nu te poți apăra de întrebarea: suntem noi oare îndreptățiți să extindem legile fizice, verificate prin experiențe puțin numeroase, într'o porțiune redusă a spațiului și într'un interval scurt de timp, la spațiul și la duratele de timp având dimensiunile cerute de procesele cosmogonice? Fizica terestră, născută prin interpolări privind un număr restrâns de experiențe în care parametrii de spațiu, timp, masă, forță, presiune, temperatură, tensiuni de tot felul sunt susceptibili de a lua numai valori situate în intervale neînsemnat de mici față de intervalele respective, ce ne sunt impuse de marile transformări ale universului — are ea putința să ne dea indicațiuni asupra unor fenomene ce se întâmplă la alte dimensiuni? Oare extrapolarea pe care o facem cu acest prilej — un fel de piramidă enormă sprijinită numai în vârf — mai are ea vreo valoare euristică, date fiind dimensiunile reduse ale sprijinului?

Este cert că riscul speculațiilor și mai cu seamă al afirmațiilor făcute în domeniul Cosmogoniei este foarte mare. De aceea nu putem conchide. « Plus on étudie cette question de l'origine des astres, scribe Henri Poincaré, moins on est pressé de conclure ». De altfel, noi cuceriri ale științei terestre deschid neconținut orizonturi nebănuite, care de multe ori pun în umbră teorii admise. De două decenii încoace, fizicienii sunt preocupați de o nouă energie radioactivă, care ar putea modifica vederile noastre asupra raportului dintre energie și materie. Este vorba de *razele cosmice* puse în evidență pentru prima oară de HESS în 1912 și studiate mai cu seamă de fizicianul american MILIKAN și de școala sa. De curând s'a arătat că aceste raze de o mare putere de pătrundere și purtând cu dânsele un potențial electric foarte înalt, au proprietăți care ne fac probabilă ipoteza nașterii din energie, a unor particule cu masa

cuprinsă între aceea a electronului și aceea a protonului. Este vorba de *mesotronii* care ar fi creați de fotoni în stratele superioare ale atmosferei pământești, adică de materie creată prin pătrunderea energiei luminoase în atmosferă.

Nu este exclus ca acest capitol al Fizicii nucleare să aducă în viitor o contribuție interesantă pentru lămurirea misterului cosmic.

CONSTITUȚIA PĂMÂNTULUI

Să revenim acum la pământ pentru a-i cerceta ființa în timpul de intersecție dintre epocile geologice și cea astronomică.

Dacă admitem calculele făcute asupra vârstei pământului, atunci trebuie să tragem concluzia că perioadele geologice au o durată și o însemnătate foarte mare pentru evoluția materiei terestre. Se înțelege că acest capitol va fi tratat în alte referate. Totuși, întru cât caracterul evoluției materiei poate fi și astronomic, ceea ce este evident din cauza acoperirii parțiale a celor două genuri de epoce (geologice și astronomice), vom schița în cele ce urmează unele considerațiuni care ar putea fi folosite ulterior.

Pământul este constituit cam din aceleași elemente chimice, din care este constituit soarele. Ba chiar frecvența relativă a metalelor este aproximativ aceeași la cele două corpuri. Dintre nemetale, Siliciul și Oxigenul se prezintă în proporții similare pe pământ și pe soare. Unele elemente ușoare însă, cum sunt Azotul și Neonul, sunt mult mai frecvente pe soare decât pe pământ. E probabil, cum spune RUSSELL, că aceste elemente, care la început se găseau în atmosfera terestră în proporția în care se găsesc pe soare, au dispărut, scăpând atracției pământului, de unde concluzia că atmosfera pământească trebuie să fi trecut prin temperaturi mai mari, pentru că altfel moleculele gazelor citate nu ar fi putut părăsi orbita de atracție a pământului. Același lucru s'a întâmplat probabil și cu Hidrogenul care la început trebuie să se fi aflat în atmosfera pământului în proporție mai mare. Cum însă tot ne-au mai rămas oarecari elemente ușoare în atmosferă, RUSSELL crede că aceste temperaturi înalte nu au avut o durată prea lungă — ceea ce este de altfel în concordanță cu amintita socoteală făcută de JEFFREYS asupra întinderii epocii dinainte de solidificarea coajei terestre: Pământul și-a prins prima pojghiță solidă relativ repede.

Există o masă cosmică interplanetară sau interstelară, care neconținut se lasă captată de pământ. Sunt resturi de comete, sfărâmături de planetoizi, particule materiale din alte sisteme, care cad pe pământ ca o fină pulbere și numai rare ori ca mase de dimensiuni mai mari. Cantitativ masa lor este neglijabilă. S'a calculat că dela nașterea sa și până azi, pământul a fost dăruit abia cu a miliardă parte (10^{-9}) din masa sa pe calea aceasta cerească. E foarte puțin probabil ca pământul să fi fost atins sau să fi înghițit în trecut vreun meteor de mărime mai interesantă, deși acum de curând (la 20 Octombrie 1937) ne-am aflat la o distanță mică (100.000 de km) de un planetoid. De 20.000

de ani încoace se pare că planeta noastră împreună cu tot sistemul solar trece printr'un nouri cosmic, ce se întinde din constelația Taurului până în Orphiucus. Densitatea noului este de 10^{-21} g/cm³, adică abia de 100 de ori mai mare ca densitatea materiei interstelare, așa încât materia captată anual de pământ în drumul său prin nouri cosmic este neglijabilă cantitativ. Totuși ea are o deosebită însemnătate cosmogonică, fiind o mărturie serioasă a unității chimice a universului. În adevăr, s'a constatat că toate particulele cosmice captate de planeta noastră au constituția corpurilor pe care le întâlnim de obicei pe pământ.

Cercetată pe rază cu mijloace indirecte, constituția pământului arată două suprafețe de separație: una la 2.900 km adâncime, care separă nucleul planetei de rest, nucleul fiind alcătuit probabil din Nichel-fer cu o densitate între 8 și 9, și alta la 1.200 km adâncime, care separă stratul de minereu de densitate cuprinsă între 5 și 6, de stratul de rocă de densitate egală cu 3. Acest din urmă strat, care se termină în dreptul continentelor la 30—60 km adâncime, ajunge în fundul Pacificului până la suprafață. Prezența suprafețelor între porțiuni de constituții chimice diferite, arată că pământul trebuie să fi avut o formă lichidă, care prin răcire a trecut în mai multe faze de topire, materialul mai dens venind la centru.

APA ȘI OXIGENUL

În legătură cu cercetarea fenomenului vital pe pământ va trebui să justificăm prezența *apei* și a *Oxigenului* pe planetă.

Comparând *cantitatea de apă* din trecut cu cea de azi se găsește că azi pământul posedă în aparență mult mai multă apă decât în trecut. Proveniența acestei diferențe nu este ușor de stabilit. S'au examinat de aproape toate teoriile explicative și s'a ajuns la concluzia că cea mai probabilă explicație trebuie căutată în variația fundului oceanului Pacific. În trecut, Oceanul Pacific trebuie să fi fost mai adânc. Această presupunere este de altfel de acord cu ipoteza cea mai probabilă a nașterii satelitului nostru, asupra căreia vom reveni.

Cât privește *Oxigenul*, el nu poate să fi existat liber în atmosfera pământului în epoca prinderii celei dintâi pojghițe solide? Atunci de unde ne-a venit?

Această întrebare de o mare însemnătate pentru dezvoltarea vieții pe pământ este departe de a fi primit un răspuns satisfăcător. SCHWINNER crede că s'ar putea ca prin trecerea printr'un nouri cosmic pământul să-și fi primit zestrea în Oxigen. Calculul arată însă că în cazul cel mai favorabil, când nouri cosmic ar fi fost constituit numai din Oxigen, iar plimbarea pământului prin acest nouri ar fi durat un miliard de ani, abia s'ar fi putut prinde de pământ 1% din ceea ce-i trebuie. În timpul din urmă s'a încercat a se explica prezența oxigenului pe pământ prin expulsiunile solare, care ar fi

însoțit fenomenul Nova. Dacă soarele ar fi avut în trecut izbucniri de forma Nova, atunci de sigur că odată cu materia expulzată de pe soare ar fi putut veni și cantități de Oxigen, care să facă posibilă nașterea vieții pe pământ.

Această teorie pretinde însă să fi existat fenomene Nova pentru soare. Examinând poziția soarelui în diagrama lui Russell îl găsim așezat, este drept, chiar în regiunea stelelor prezentând fenomene Nova. Frecvența fenomenului în lumea stelară ne conduce la ideea că ne-am găsi, statistic vorbind, în fața unui fenomen periodic, pentru că fiecare stea în parte ar trece periodic prin stări Nova, perioada individuală fiind cam de 300 de milioane de ani ca ordin de mărime. Dacă soarele ar fi avut un fenomen Nova în trecut în limitele acestei perioade, fenomenul ar fi determinat o discontinuitate în viața de pe planetă. Să fi putut scăpa geologilor și paleontologilor o atare discontinuitate? Fenomenul Nova este însoțit de emisiuni uriașe de energie într'un timp foarte scurt. Așa, spre pildă, Supernova descoperită de ZWICKY în Ianuarie 1939 a emis în câteva luni, tot atâta energie calorică și luminoasă, câtă a emis soarele în ultimii 40 de milioane de ani. Un prim calcul ne spune că din prima zi a fenomenului am fi avut pe pământ o temperatură de 150°C și o presiune de 11 atm.

În timpul din urmă s'au cercetat cu mai multă atenție factorii care ar fi putut proteja pământul împotriva valului de căldură. Presupunând că fenomenul Nova ar fi datorit unor cauze interne soarelui, trebuie să admitem atunci că un dezechilibru al sâmburelui provocat de temperaturi mai mari decât cele cunoscute, ar da naștere unei schimbări subite, interioare — un fel de degenerare parțială a elementelor nucleare. Degenerarea aceasta însoțită de o micșorare bruscă de volum și de o scădere a coeficientului de absorpție, eliberează, în mod violent, o enormă energie de contracție, care, împreună cu energia de radiație, împinge stratele exterioare, dând naștere în același timp unei mase nebulară înconjurătoare. Parte din această masă nebulară se întâlnește cu atmosfera terestră chiar în momentul când fenomenul Nova trece prin maximum. Cum masă nebulară este constituită în cea mai mare parte din Hidrogen, pătrunderea ei în atmosferă dă naștere, prin combinația cu oxigenul atmosferic, la nourii de apă, care vor juca rolul unei haine protectoare pentru pământ. Dacă mai ținem seama și de puterea reflectivă a nourilor proveniți din apa terestră evaporată din cauza primelor valuri de căldură solară, ajungem la concluzia că pământul ar fi putut trece printr'o încercare de felul acesta fără prea mari zguduiri biologice. Cantitatea abundentă de apă din atmosferă ar putea provoca apoi o epocă glaciară. De altfel, cele patru epoce glaciare sunt așa fel așezate, încât ele ar putea corespunde unor fenomene Novae cu perioada a 200—300 de milioane de ani.

Se înțelege însă că chiar cu protecția nourilor, fenomenul Nova trebuie să fi fost pentru pământ o catastrofă naturală, de dimensiuni greu de închipuit.

Nu este exclus de altminteri ca omul însuși, trecând peste cuaternar, să fi făcut cunoștință cu un astfel de cataclism meteoric. În adevăr, universalitatea legendei potopului ar putea fi o dovadă de existența unei asemenea catastrofe în istoria omenirii, pe care RIEM o leagă de un fenomen Nova al soarelui, poate sub o formă atenuată (forma U-Geminorum).

Demnă de menționat pentru problema ce ne interesează ar fi și legătura pe care o vede WILSER între astfel de fenomene cosmice și dezvoltarea vieții pe pământ. Către sfârșitul epocii glaciare precambriene se constată o înflorire rapidă a vieții care până atunci era neînsemnată. Tot așa apariția vieții terestre are loc probabil după prima perioadă glaciară algonkiană. Poate însăși dezvoltarea ființei umane a fost în legătură cu fenomenul cosmic care a determinat perioada glaciară diluvială.

Dacă am admite, așa dar, existența unui fenomen periodic Nova pentru soare, ne-am putea explica prezența Oxigenului în atmosfera terestră ca fiind datorită expulsiunilor solare post-Novae. Înflorirea vieții pământene după fiecare epocă glaciară ar apărea atunci în strânsă legătură cu această captare masivă de oxigen în atmosfera noastră.

Incurajat de potrivirile geo- și paleobiologice cu ipoteza izbucnirilor Nova ale soarelui, HIMPEL întrebuințează această ipoteză pentru a explica o ciudățenie a sistemului planetar, care nu a putut fi lămurită prin niciuna din ipotezele cosmogonice anterioare. Este vorba de raportul neexplicabil dintre momentul

total de rotație al Soarelui și acela al planetelor, raport care este cam $\frac{1}{30}$

și care, de sigur, la început trebuie să fi fost mult mai mare. Cum și-a pierdut soarele momentul său de rotație? HIMPEL face ipoteza unui soare inițial care ar fi avut o masă de 10 ori mai mare decât cea de azi, întinzându-și atmosfera până la limitele actuale ale orbitei planetei Marte, ceea ce nu pare exagerat. Sunt doar stele uriașe, cum ar fi α Orionis (Beteiguze), cărora li s'au măsurat azi diametre de același ordin de mărime. Planetele care au luat naștere din atmosfera solară, s'au rânduie față de soare la început, la distanțe de 10 ori mai mici decât cele de azi. În această ipoteză, momentul de rotație al soarelui este de două ori mai mare decât momentul total al planetelor, ceea ce e plauzibil. Cu timpul, soarele și-a pierdut nouă zecimi din masă și în consecință planetele, fiind mai slab atrase, s'au distanțat de el, luând pozițiile de azi. Astfel, raportul dintre momentele de rotație ajunge la valoarea sa actuală. Făcând calculul fenomenului se găsește însă că o descreștere continuă a masei soarelui ar fi pricinuit chiar azi o creștere continuă a razei orbitei pământești de 70 m anual, creștere care n'ar fi putut rămâne neobservată. De aceea, Himpel e silit oarecum să recurgă la ipoteza descreșterii discontinue a masei soarelui, cu ajutorul unui fenomen Nova periodic. Soarele s'ar fi eliberat în 10—15 rânduri, de mase considerabile, prin expulsiuni de genul Novae.

NAȘTEREA LUNEI

Astfel corectată, teoria lui Laplace pentru nașterea planetelor și, natural, a sateliților cu mișcare directă în jurul planetelor, câștigă mult. Pentru sateliții cu mișcare retrogradă se pot găsi de asemeni explicații prin ipoteza capturării. Singurul satelit care ar mai rezista, ar fi satelitul pământului. S'a vorbit de captarea lunii de către pământ, ipoteză azi părăsită din cauza mărimii satelitului terestru precum și a momentului său de rotație. În primul deceniu al veacului nostru, matematicianul englez G. H. DARWIN a introdus în calcule frecarea ce ia naștere în fenomenul marcelor și în felul acesta a putut arunca oarecare lumină asupra unora din fenomenele cosmogonice, rezistente oricăror încercări anterioare de explicații. Aplicată la mișcarea lunii, teoria lui Darwin stabilește că ziua se lungeste necontenit, iar luna se depărtează de pământ, — efecte ale frecării apelor pe fundul oceanelor în epoca fluxului și refluxului, cu tendința de a întârzia mișcările de rotație. Creșterea duratei zilei se poate deduce de altfel din valoarea accelerației seculare a lunii: cam o miime de secundă pe secol, adică o oră în 300 de milioane de ani. Natural, întârzierea azi nu e mare. Ceea ce interesează este că fenomenul există. În trecut, când frecările mareelor erau mai mari, ziua avea o variație mult mai rapidă, iar luna se depărta de pământ mult mai mult anual. A fost un timp când durata zilei era de 5 ore, iar durata lunii, adică timpul necesar satelitului să înconjure pământul, era tot de 5 ore. Pe atunci luna se găsea foarte aproape de pământ, din care de altfel poate, abia se rupsese.

Așa dar luna ar fi o bucată ruptă din pământ, după această teorie. Ruptura s'ar fi produs dintr'un flux mare provocat de soare asupra pământului. Soarele se afla atunci la o distanță mai mică de pământ și era și mult mai mare decât azi, încât fluxul de materie fluidă putea lua dimensiuni uriașe, mai ales dacă intra în rezonanță cu vibrațiile proprii ale materialului pământesc. Faptul că pe fundul Oceanului Pacific lipsește acoperișul sialic ar putea fi o indicație a locului unde s'a produs ruptura. SCHWINNER susține că însăși apariția episodică a orogenezei trebuie să fie în legătură cu fenomenul mareelor. De sigur că lanțurile muntoase au apărut printr'o labilitate intratelurică. Însă ce-a putut provoca starea labilă interioară? Întrebarea aceasta n'a căpătat până azi un răspuns satisfăcător. Schwiner se întreabă, cu drept cuvânt, dacă nu s'ar putea ca fluxul lunar pe pământ — la început, de sigur, de intensități considerabile și lucrând asupra fluidului central pământesc — intrat în rezonanță cu vibrația proprie a planetei, să fi provocat labilitatea intratelurică de care e vorba pentru explicarea atât a formării munților, cât și a deplasării continentelor. În orice caz, ideea lui Schwiner poate fi considerată ca având cel puțin valoarea științifică a atâtor ipoteze paralele ei, pentru explicarea orogenezei.

CONCLUZIUNI

Incheind, trebuie să recunoaştem că n'am fost în stare să prezentăm un material cert în ceea ce priveşte evoluţia materiei terestre în epoca astronomică. Din cele relatate reiese doar bănuiala, oarecum întemeiată:

că pământul, soarele şi luna au alcătuit cândva o masă comună şi că deci vom găsi cam aceleaşi elemente pe cele trei corpuri;

că prezenţa Oxigenului liber pe pământ trebuie să aibă o origine mai recentă probabil ca rezultat al expulsiunilor solare în timpul unor fenomene Novae, cărora ar fi fost supus soarele în trecut;

că permanenţa apei la suprafaţa pământului ar putea fi explicată, dacă am admite că Oceanul Pacific era mai adânc în trecut decât azi;

că această adâncime ar fi pusă pe socoteala naşterii lunii, iar orogeneza pământescă ar fi fost ajutată de fluxul lunar intrat în rezonanţă cu vibraţiile proprii ale scoarţei terestre.

De sigur că tinereţea disciplinei cosmogonice poartă, după cum am mai spus-o, vina acestui deficit de certitudine în mare parte. Dar mai e încă ceva. Spiritul ştiinţific, în genere, este caracterizat printr'o mare prudenţă. Categorical afirmărilor este totdeauna atenuat prin rezerve care sunt menite să lase porţi deschise şi altor posibilităţi. Surpriza experienţei, care nu se mlădiază totdeauna după cerinţele sau după materialul deductiv al ipotezei, ne-a dat în trecut, adesea, spectacolul unor aventuri de care ştiinţa trebuie să se ferească.

Aceasta este originea prudenţei ştiinţifice, strâns legată de prestigiul ei. Pentru omul neiniţiat, atmosfera de scepticism creator a laboratorului poate da naştere unui neplăcut sentiment de nesiguranţă. Însă în cercul cercetătorilor obicinuiţi cu această atmosferă, credem că nu trebuie să ne temem de impresiuni. În faţa aglomerării de incertitudini în jurul unei probleme, este cu putinţă ca ezitarea naturală pe care o constata H. Poincaré, când e vorba de a formula concluzii definitive, să însemne un preţios stimulent pentru noi eforturi de cercetare şi de cugetare, ceea ce creează vieţii omeneşti, un scop acceptabil, poate singurul.

BIBLIOGRAFIE

1. G. BUFFON, *Histoire naturelle*, 1747.
2. PHILIPP FAUTH, *Der Mond und Hörbigers Welteislehre*, Köhlverlag Leipzig 1925.
3. HERVÉ FAYE, *Sur l'origine du Monde*, 4-e éd., Gauthier-Villars 1907, Paris.
4. HANNS FISCHER, *Der Rythmus des kosmischen Lebens und Hörbigers Welteislehre*, Köhler Verlag Leipzig, 1925.
5. W. GROTRIAN, *Gesetzmässigkeiten in den Serienspektren*, Handbuch der Astrophysik, Berlin 1930 Bd. III, 2 Hälfte.
6. W. GROTRIAN und A. KOPF, *Zur Erforschung des Weltalls*, Berlin 1934.
7. K. HILLEBRAND, *Die Entwicklung kosmischer Systeme*, Graz 1926.
8. K. HIMPEL, *Erdgeschichte und Kosmogonie*, Leipzig 1940.
9. J. JEANS, *Astronomy and Cosmogony*, 1928.
10. G. JOOS, *Atomphysik u. Sternphysik*, G. Fischer Jena.
11. IM. KANT, *Werke*, in acht Büchern (Dr. Hugo Renner).
12. G. KIRSCH, *Geomechanik*, Leipzig 1938.
13. LAPLACE, *L'exposition du Système du Monde* (1796) Oeuvres completes, t. VI (Paris 1884).
14. O. LAPORTE, *Theorie der Multiplettspektren*, Handbuch der Astrophysik, Berlin 1930, Bd. III, 2. Hälfte.
15. KARL LESSMANN, *Die Entwicklung des Weltalls*, Hilmann, Leipzig 1933.
16. R. du LIGONDÈS, *Formation mécanique du système du monde*, G. Villars, 1897, Paris.
17. T. MEURERS, *Studien über die Entartung der Materie in den Sternen und Planneten*, Berlin und Roma, Dommlers-Verlag 1938.
18. E. A. MILNE, *Theory of pulsating stars*, Handbuch der Astrophysik, Berlin 1930. Bd. III, 2. Hälfte.
19. K. NÖLKE, *Entwicklung im Weltall*, Hamburg 1926.
20. H. POINCARÉ, *Leçons sur les hypothèses cosmogoniques*, Paris 1913.
21. T. J. J. SEE, *Researches on the Evolution of the Stellar Systems*, (Lynn, U. S. A. Thos. P. Nichols and Sons; Paris, Hermann, 1910).
22. W. SOERGEL, *Das Eiszeitalter*, G. Fischer Jena, 1938.
23. K. WURM, *Bandenspektren*, Handbuch der Astrophysik Berlin, 1930, Bd. III, 2. Hälfte.
24. L. ZEHNDER, *Die tiefsten Grundlagen der Physik und der Chimie*, Zürich und Leipzig, 1938.
25. L. ZEHNDER, *Die Entwicklung des Weltalls*, Tübingen 1928.

GEOFIZICA ȘI GEOCHIMIA IN FORMAREA SCOARȚEI

de ST. GHIKA-BUDEȘTI

Când s'a descoperit că pământul este o sferă, s'a deslegat o mare necunoscută, dar s'a pus uluitoarea problemă a conținutului acestei geosfere. Din aceste adâncimi, deapururea inaccesibile observației naturalistului, provin rocele eruptive, despre originea cărora discută petrografii. Materialul intratelluric este adus de vulcani sub formă de lave și de roci; erupțiunile vulcanice sunt, împreună cu

cutremurele de pământ, singurele manifestări sensibile ale fenomenelor interne ale globului. Fizica globului, geofizica, este singura în măsură să discute despre constituția sâmburelui pământesc; ea se bazează în mare parte pe ecuațiile seismologilor, ce permit să se determine câteva puncte caracteristice. Prin metoda chimică nu secunoaște absolut nimic despre constituția sâmburelui: Geochimia este ex-

clusiv o știință a scoarței pământești; de ea ne vom ocupa mai mult; viața nu este posibilă decât la suprafața scoarței; ceea ce numim biosferă este o episferă.

Toți geofizicienii sunt de acord pentru a admite că sfera pământească nu este omogenă: dealungul unei raze compoziția și starea fizică variază și trebuie să deosebim: centrosfera, mesosfera și perisfera (fig. 1).

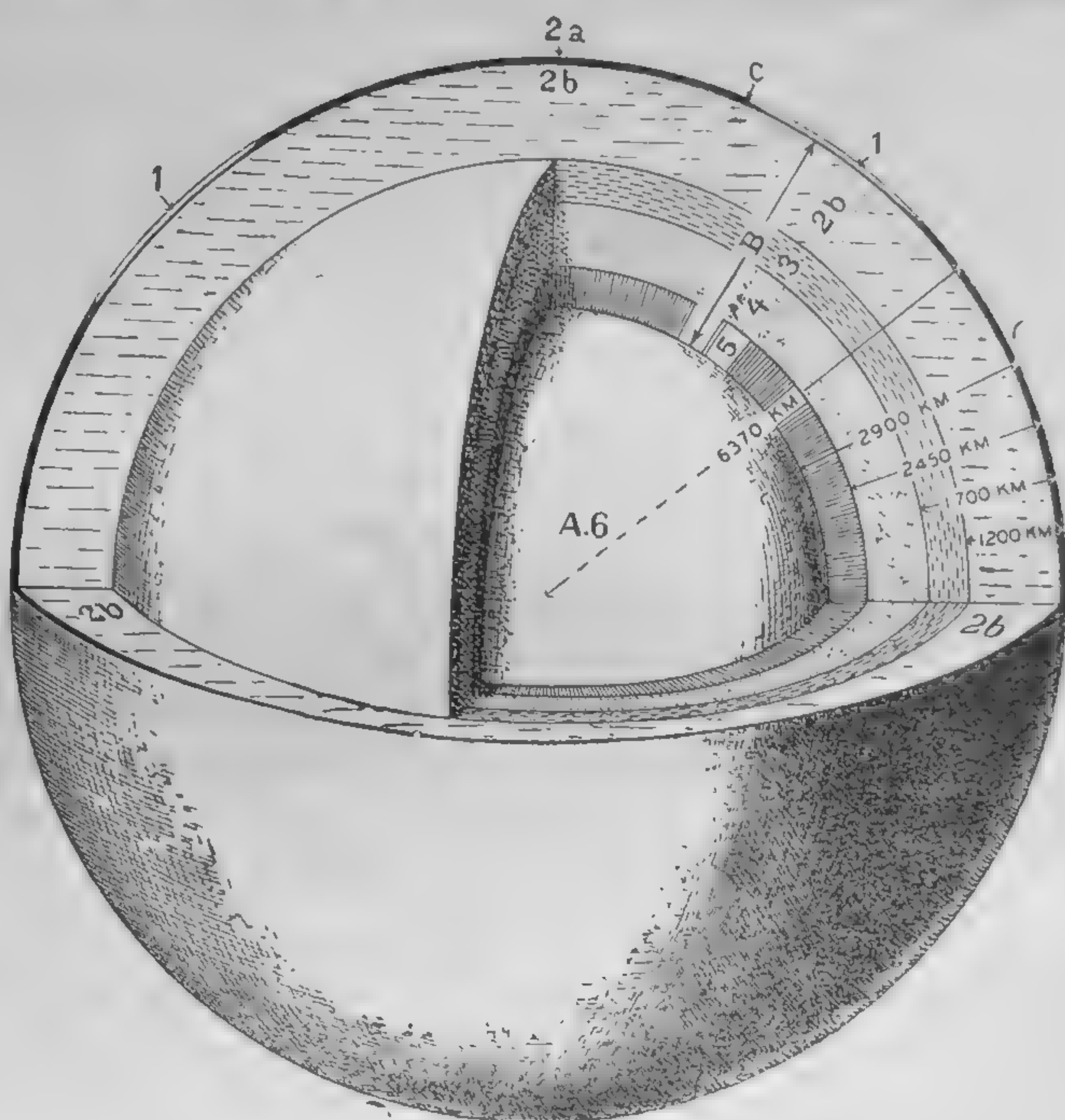


Fig. 1. — Interiorul geosferei (după Daly (3)).

C. Perisfera	1 = Sial	B. Mesosfera	3 = Zona chalcofilă
	2a = Sima cristalin		4 = Crofesima
	2b = Sima sticlos		5 = Nifesima
		A. Centrosfera	6 = Nife

CENTROSFERA

Imaginea pe care ne-o facem despre centrosferă pornește dela faptul că densitatea globului, dedusă din legea atracțiunii universale este de 5,52 (Gutenberg). Densitatea medie a rocilor care alcătuiesc partea accesibilă a scoarței, litosfera, este de 2,78. Centrosfera este o Barysferă. S'a calculat că la centru presiunea atinge 3—4,5 milioane atmosfere și nu mai este decât de 1,5—2 milioane atmosfere la jumătatea razei. Incompresibilitatea sâmburelui, ce este de 10 ori mai mare decât a oțelului, se datorește creșterii presiunii care nu poate explica însă, ea singură, creșterea densității; aceasta trebuie să fie determinată și de o deosebire a materialului.

Despre temperatura centrosferei nu se poate da nici o precizie, pentru că nu se cunoaște nici temperatura inițială a materiei planetare, nici cantitatea de căldură produsă de fenomenele radioactive. Faptul că temperatura crește în spre adâncime cu cca 1° la 30 m, ceea ce se numește gradientul geotermic, demonstrează un singur lucru: litosfera este conducătoare de căldură. S'a determinat în același foraj că gradientul este de 24 m pentru șisturile orizontale argiloase și de 45 m pentru un granit masiv. S'a calculat că pierderea de căldură prin radiațiune în spațiul interplanetar nu poate să scoboare temperatura episferei decât cu 22° în 10^9 ani. Dacă admitem că această pierdere de căldură este compensată prin aportul venit dela centru prin conductibilitate, o integrare grafică datorită lui KUHN ne conduce la valori de ordinul lui 1.300° la 70 km, 4.000° la 300 de km, 6.500° la 1.000 km și de 12.000° la centru. Aceste valori sunt foarte discutabile, rămâne însă un punct câștigat: până la adâncimea de cca 100 km, temperatura nu trece de 1.500° .

Centrosfera este o Pyrosferă. Pământul a fost un glob de foc care s'a răcit. Astăzi însă căldura pe care o pierde prin convecțiune este cel puțin compensată de cantitatea de căldură produsă prin radioactivitate. Joly admite chiar că acumularea căldurii radioactive provoacă o retopire periodică a scoarței, care se subțiază, determinând o pierdere de căldură prin convecțiune, o răcire, în timpul căreia scoarța se îngroașă din nou: fenomenul ar fi ciclic. Alți autori preferă să presupună că desintegrarea radioactivă este limitată numai la partea exterioară a globului: elementele radioactive ar fi litofile, fiind concentrate în scoarță. Se mai poate argumenta că deși materia radioactivă există și în adâncime, fenomenul de desintegrare nu se produce; este împiedecat? Nici presiunea, nici temperatura nu ar putea avea acest efect. S'a emis ipoteza că desintegrarea nu se produce fără stimulul razelor cosmice care nu pătrund adânc.

La presiunea și temperatura din centrosferă compușii chimici nu sunt stabili; materia trebuie să se găsească în stare atomică. Lipsa de legături între atomi determină starea fluidă; în niciun caz centrosfera nu este cristalizată; într'adevăr, față de undele seismice sâmburele se comportă ca un fluid, adică nu este permeabil pentru undele transversale.

Pe tabela alăturată (fig. 2) vitezele de propagare ale undelor seismice sunt trecute în ordonată, iar abscisele arată raza pământului. Două discontinuități de primul ordin pun în evidență un punct caracteristic: undele transversale nu se propagă dela 2.900 km în jos; la același nivel undele longitudinale

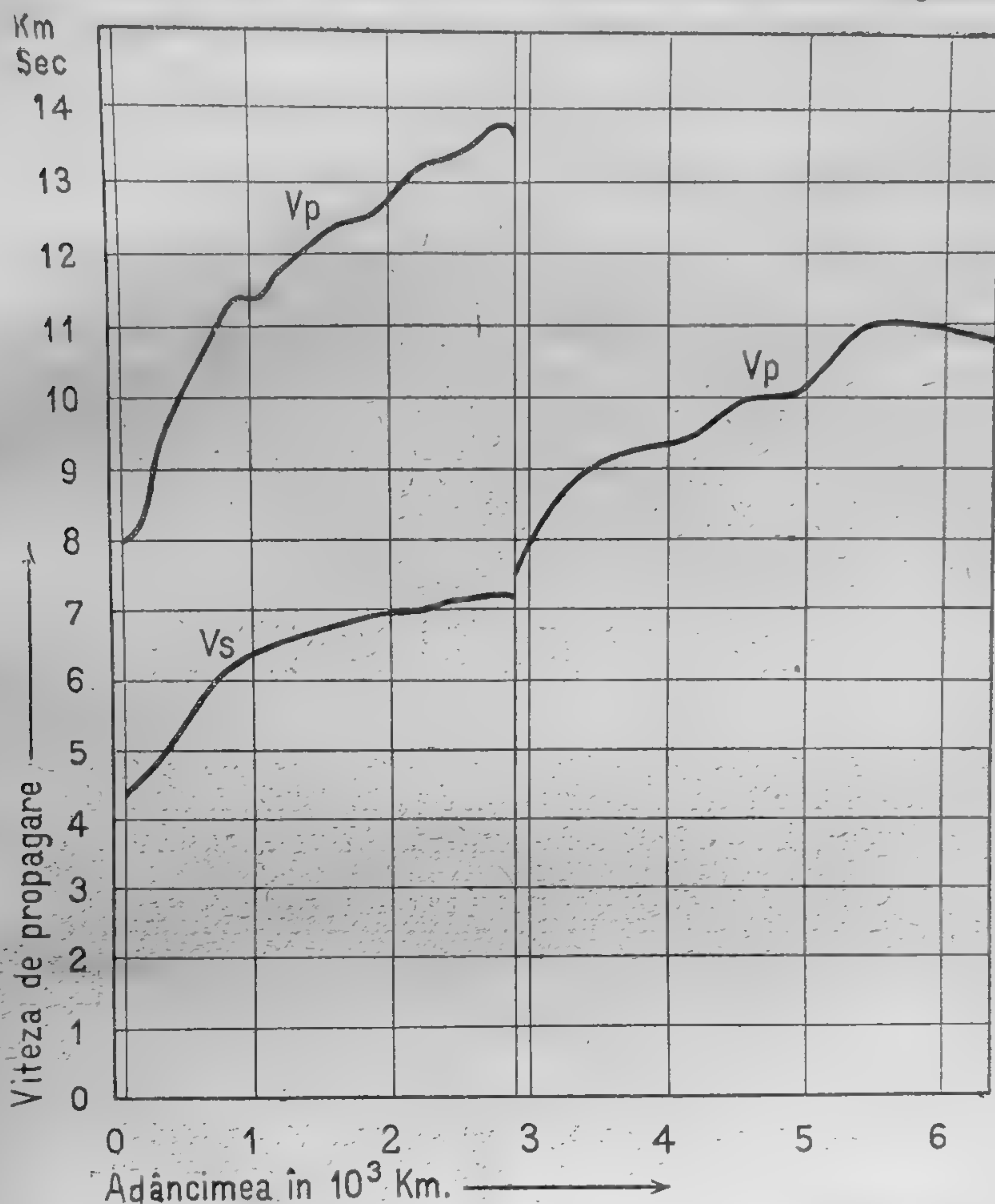


Fig. 2. — Diagrama vitezelor de propagare a undelor seismice în interiorul pământului după Rittmann und Kühn (9)

Curba după Gutenberg 1939. V_p = unde longitudinale
 V_s = unde transversale

prezintă o variațiune bruscă de viteză. Această suprafață sferică de 3.470 km rază este interpretată ca limita nucleului, adică granița dintre centrosferă și mesosferă. Nucleul central ar avea o densitate medie de 8, ce ar atinge 14,5 în centru și ar fi format din fer nikelifer, Nife. Încă din 1875 E. SUFSS a admis această ipoteză care se bazează pe compoziția meteoritelor și este

verosimilă deoarece Fe este cel mai greu, cel mai dens, dintre elementele comune ale litosferei și ale materiei solare.

Meteoritele sunt porțiuni dintr'o masă de materie cosmică fărâmițată care avea o formă sferică, o densitate crescândă către centru și care se răcise dela starea lichidă la starea solidă înainte de explozie. Din punct de vedere chimic meteoritele se clasifică în acrolite, compuse din silicați de magneziu și fer (olivină și pyroxen), siderolite, care pe lângă acești silicați conțin o proporție mare de fer nikelifer și siderite formate numai din fer nikelifer. Pentru ansamblul meteoritelor, proporția determinată în mod statistic este de 8 părți silicați pentru o parte de siderit. Putem să admitem că centrosfera este formată din Nife și mesosfera din silicați de Mg și Fe, ceea ce numim Sima. Volumul mesosferei este de 6 ori mai mare decât volumul centrosferei, care nu reprezintă decât o șeptime din volum, dar mai mult de o treime din greutatea geosferei întregi.

Aci observăm că proporția de fer în geosferă ar fi, în ipoteza sâmburelui de Nife, mult mai mare decât în meteorite și după cum vom vedea decât în materia solară (vezi tabela p. 47, coloanele 3, 4, 5 în care suma 11—28 e recalculată pentru a fi 100).

În cazul când masele cosmice au aceeași compoziție ca și globul pământesc, ar fi de așteptat să găsim și litometeorite, desigur, în proporție mult mai mică. Vreau să menționez că ASSAR HADDING dela Lund, a descris cu multă obiectivitate circumstanțele căderii în 1925, la Bleckenstad lângă Gotland, a unui meteorit care s'a relevat a fi un calcar cochilifer, aproape curat; iată un fapt de observație cu totul neașteptat, care deschide drumul pentru noi speculații biocosmogonice.

Imaginea mesosferei a fost completată de GOLDSCHMIDT, care bazându-se pe procesele de diferențiere din metalurgie, admite că mesosfera conține o concentrație mare de sulfuri metalice, ce ar determina formarea mai multor învelișuri numite de el Nifesima, Crofesima și Zona chalcofilă, ce ocupă domeniul între 2.900 și 1.200 km adâncime, având o densitate de 5—6 (fig. 1). Deasupra ar urma un înveliș de densitate 3,5 format din silicați de magneziu și fer, sub forma de piezogabbro, adică de eclogit, care după Daly n'ar fi cristalizat, ci în stare de sticlă supraîncălzită, care prin micșorarea presiunii s'ar transforma în fluid.

Această imagine a globului pământesc, care poate fi considerată ca cea mai clasică, nu este acceptată de RITTMANN și KUHN dela Basel. Ei au venit în 1941 cu un studiu în care admit că centrosfera ar fi formată din materie solară nediferențiată, adică conținând o proporție de cca 50% hydrogen și 25% oxygen și că mesosfera ar fi formată din materie solară diferențiată prin degazeificare într'un material de compoziția meteoritelor.

Ei arată că pentru a satisface ipoteza nucleului de Nife trebuie să admitem o îmbogățire în fer și nikel, (vezi tabela pag. 47, coloana 4 și 5) care este

mult prea mare și nu s'ar fi putut realiza în nicio perioadă a planetei din cauza gravitației și temperaturii mai scăzute a suprafeței. Cum se pot explica atunci, în ipoteza acestor autori, proprietățile fizice pe care se bazează imaginea de mai sus? Densitatea centrosferei s'ar putea explica, prin singura creștere a presiunii, numai în cazul când hidrogenul ar avea la această presiune o rază atomică foarte mică, cu totul alta decât la presiunea obișnuită; el s'ar așeza în spațiile dintre ceilalți atomi: astfel exprimăm printr-o imagine stereometrică un fenomen mai complicat. KUHN arată pe baza unei discuțiuni de mecanică, că discontinuitatea dela 2.900 m s'ar datori trecerii la limită a unei funcțiuni în care timpul de relaxare se micșorează progresiv prin creșterea presiunii; o consecință este verificată, căci scăderea vitesei undelor longitudinale este o funcție a perioadei.

Această teorie contradictorie ne arată încă odată că tot ceea ce cunoaștem despre centrosferă se bizue pe câteva date de fizică și că ipotezele chimice sunt absolut gratuite. Pentru a materializa imaginea geometrică și mecanică la care s'a ajuns, s'a recurs la extrapolări ce sunt chestiuni de simț personal, de intuiție, verificate numai prin asentimentul spiritelor competente, care se bazează exclusiv pe o imaginație uneori plină de fantezie. Nu mai îndrăznesc să citez ipoteza cu totul nelămurită a lui Arend, după care centrul pământului ar fi format din quante. Totuși, spirite de talia lui Bowen nu ezită să admită că în condițiile din centrul pământului, materia poate să fie în stare de electroni, densitatea putând fi din această cauză foarte mare. Nu mai este cazul să vorbim atunci de constituția chimică a centrosferei și cred că este lucrul cel mai cuminte.

PERISFERA

Limita inferioară a perisferei ne este indicată de seismologi prin suprafața de discontinuitate dela cca 50—70 km sub geoïd; ea trebuie să fie o suprafață de egală presiune, de isostazie. Cum poate să fie presiunea egală pentru două puncte alese astfel: punctul de pe verticala Muntelui Everest și punctul ce se găsește pe normala fossei de Atacama, cu o coloană de 9.000 m apă? Densitatea medie a perisferei în coloana oceanică trebuie să fie cca 15% mai mare decât în coloana continentală.

Constituția geochimică a domeniului oceanic este de fapt diferită de aceea a domeniului continental. Insulele Pacificului sunt de origine vulcanică și alcătuite din bazalte de un tip relativ uniform, zis oceanit; ajungem la concluzia că fundul oceanic ar fi constituit din magmă bazaltică de densitate cca 3,00. Continentele cele mai erodate, în care stratele terțiare, mesozoice și paleozoice nu ascund fundamentul, de exemplu scutul finoscandinav, sunt formate din roce cu structuri și compoziție mineralogică variată în detaliu dar de tipul granitic cu densitatea 2,76—2,80 (vezi tabela p. 47).

Studiul comparativ al valorii lui g , accelerația gravitației, confirmă acest mod de a vedea: g este mai mare în regiunile oceanice, unde admitem că magma bazaltică de densitate 2,9 este mai apropiată de geoîd și el este mai mic în regiunile continentale, unde masele cele mai apropiate sunt ale fundamentului granitic de densitate 2,75. Harta lui g , în Helveția arată că el scade progresiv în spre regiunile de altitudine înaltă.

Analiza valorii vitezei de propagare a undelor seismice în perisferă ne conduce la constatarea că la mai mult de 79 km există un material uniform de densitate 2,85 considerat de DALY ca bazalt sticlos ce se întinde și sub sectoarele continentale și sub cele oceanice și care trece progresiv la zona eclogitelor lui GOLDSCHMIDT. Deasupra acestui nivel de isostazie se găsește sub fundul oceanic un material de densitate medie 3,05 interpretat ca Sima cristalin (fig. 3). În domeniile continentale, pe o grosime ce variază dela 30—50

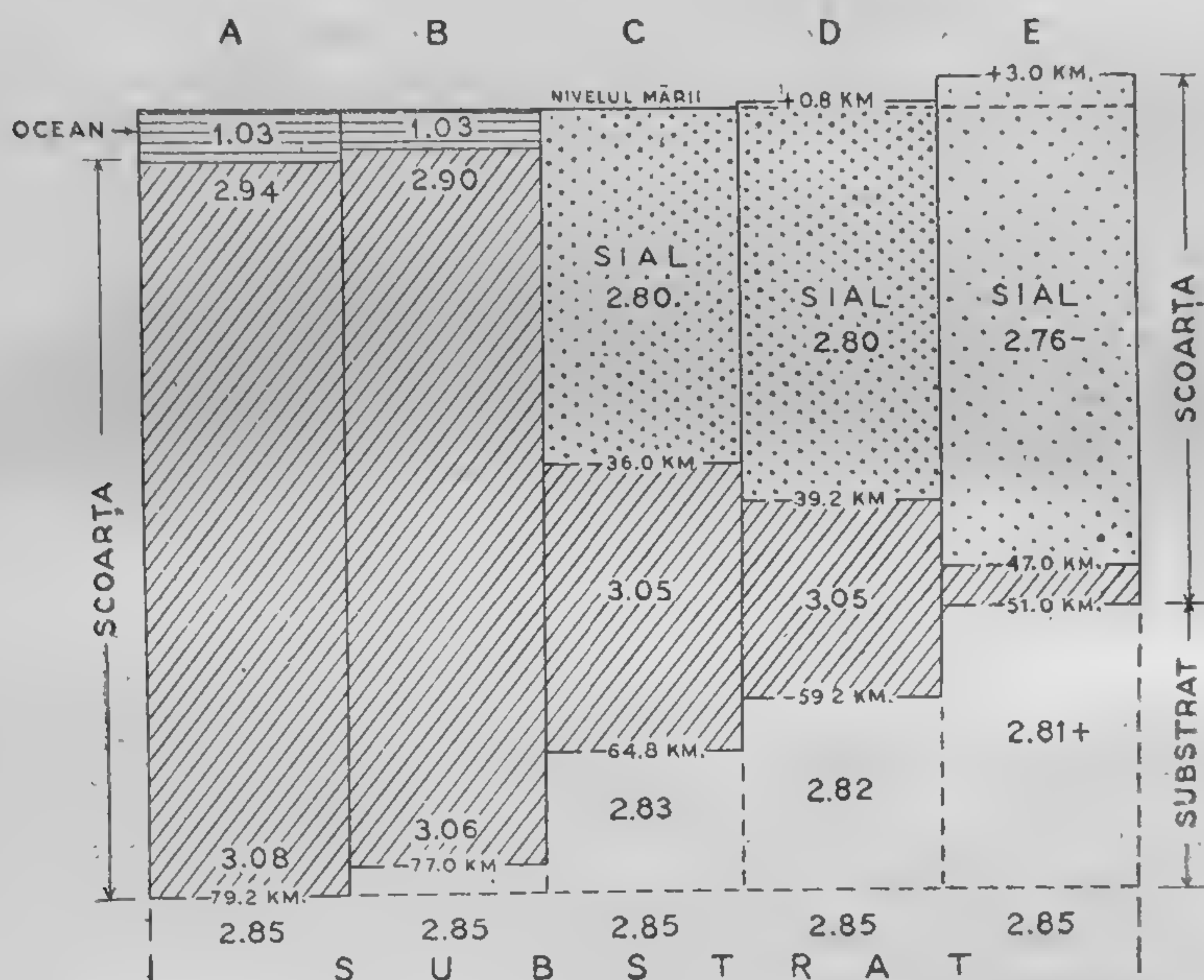


Fig. 3. — Diagramă arătând echilibrul isostatic în perisferă după Daly (2)

km după nivelul suprafeței topografice, se găsește sialul cristalin de densitate 2,80 și dedesubt, pe o grosime invers proporțională cu a Sialului, Sima cristalin ce trece în jos spre Sima sticlos.

Iată-ne conduși să prezentăm teoria sub forma care poartă numele marelui geofizician german WEGENER. Continentele sunt blocuri de Sial, un material silicoaluminos de compoziția granitului, care plutesc ca niște «iceberg»-uri într'o masă fluidă de Sima. Acest cuvânt fluid are aci un sens cu totul deosebit

de cel comun, un sens pe care nici nu vom încerca să-l analizăm din punct de vedere mecanic; influența mareelor asupra unui astfel de material deformabil ar trebui să fie sensibilă și deci să se producă pulsații diurne care n'ar putea să scape observației. E drept că compensația isostatică rezultă din forțe aplicate în perioade lungi și că există pulsații care se manifestă în timpuri geologice: de exemplu ridicarea pe care o suferă scutul scandinav a putut fi urmărită pentru cuaternar (marea cu Yoldia) și continuă și în timpurile actuale. Ea este interpretată ca o ridicare isostatică consecutivă ușurării ce se datorește topirei progresive a calotei glaciare ce o purta acest scut de Sial.

Nu putem să insistăm asupra consecințelor de ordin geologic și orogenetic ale teoriei lui Wegener, după care n'ar fi existat la finele mesozoicului decât un bloc continental unic de Sial; el s'ar fi rupt în lungul unei linii N-S printr'o spărtură care avea la început aspectul ce-l prezintă astăzi falia ce se întinde de la Tanganyka la Victoria Nyansa și pe Valea Nilului sau în Marea Roșie; odată despărțite, blocurile au fost supuse derivei continentale și Atlanticul s'a lărgit separând Continentul cel nou de cel vechi. Deriva continentelor ar fi responsabilă de ciocnirea blocului Eurasiatic de la N, cu blocul Indo-African de la S, ciocnire în urma căreia s'a ridicat orogenul alpin prin încălecarea Africei peste Europa hercyniană și lanțul himalayan prin izbirea Indiei de marginea tibetană a blocului sino-siberian. Tot din cauza derivei continentale se nasc, pe linia de plutire a iceberg-urilor de Sial, tensiuni care provoacă răbufniri de Sima, ce formează la prora Americilor și la pupa Asiei vulcanele bazaltice care alcătuiesc centura de foc a Pacificului. Pacificul este domeniul unde Sialul lipsește cu desăvârșire; el ar ocupa locul de unde s'ar fi desprins blocul de Sial, care ar forma Luna a cărei densitate este de 3,33.

LITOSFERA

Din punct de vedere petrogenetic ar exista deci două materiale inițiale, Sial și Sima, de la care purced toate varietățile de roce cunoscute în litosferă (vezi tabela p. 47). Statisticile lui Daly arată că rocele eruptive de pe continentul american, luat ca exemplu, aparțin la două tipuri:

Bazaltele, roci vulcanice, de origină magmatică care împreună cu andezitele pyroxenice, au un volum de cincizeci de ori mai mare decât toate celelalte roci extruzive împreună;

Granitele, care împreună cu granodioritele ocupă suprafețe de douăzeci de ori mai întinse decât toate celelalte intruzive împreună.

Semnificația faptului că unul din aceste tipuri este extruziv, vulcanic și celălalt intruziv, batolitic, este covârșitoare.

Din Sima, dintr'o magmă bazică cu compoziția inițială a unui bazalt se pot naște prin diferențiere o sumă de varietăți petrografice. Un exemplu

indiscutabil este studiat de TYRRELL la Lugar Sill în Scoția (fig. 4). Sill-ul este un filon orizontal accesibil prin urmare și la pat și la acoperiș. Dacă admitem că la început toată înălțimea Sill-ului era ocupată de o magmă uniformă și că olivina a fost prima să cristalizeze, așezându-se la fund, din cauza densității sale mari, se explică geneza varietăților mai bazice dela partea inferioară și formarea în părțile superioare a unei roci în care proporția de silicați ușori, alcalini, este mai mare.

Diferențierea gravitativă prin cristalizare fracționată (Bowen) de care am dat acest exemplu schematizat la maximum, aplicată la o magmă de tip oceanit,

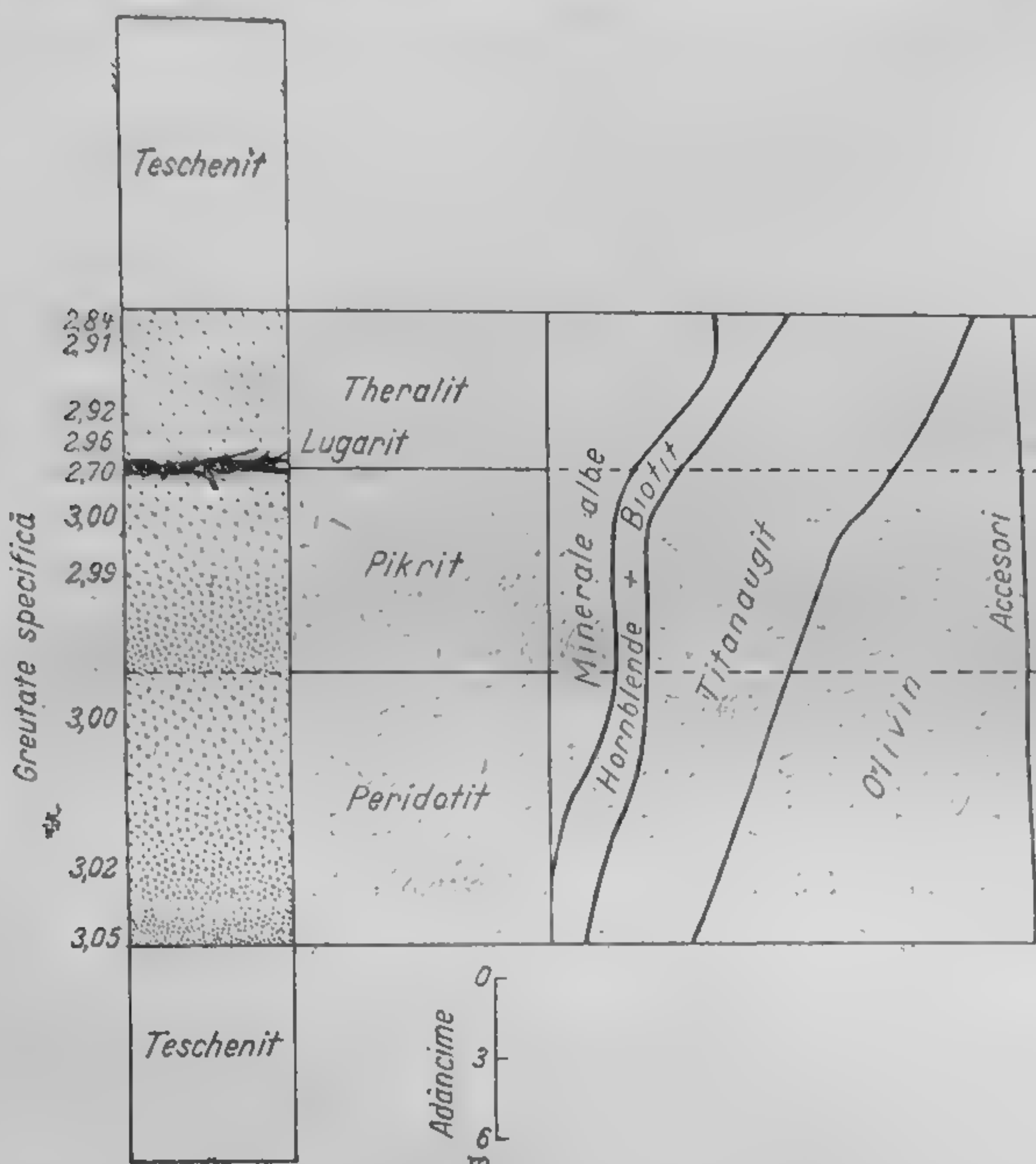


Fig. 4. — Secțiune verticală prin Lugar Sill după Tyrrell (15).

În dreapta este arătată compoziția mineralogică a părților diferențiate ale sill-ului.

alkalibazaltic, va da drept compuși reziduali roci bogate în silicați de aluminiu și alcaline, spre exemplu trachyte cu sanidină (Barth). Dintr'o asemenea magmă însă nu se va naște niciodată o rocă cu exces de siliciu cum ar fi granitele sau corespondentul lor efuziv riolitele, ci din contra roci cum sunt fonolitele, bogate în alcaline, dar cu deficit de siliciu.

Granitele nu pot proveni nici în proporția cea mai neînsemnată din diferențierea unei magme inițiale alkalibazaltice.

Așa numita diagramă normală de diferențiere care merge dela gabbro la diorite și la granite și așează în relație cu ele efuzivele corespunzătoare, un este decât o schemă didactică ce nu reprezintă fenomenele naturale.

Lavele de compoziția granitului, riolitele, nu sunt asociate din punct de vedere geologic cu intruzive granitice, ci cu extruzive bazaltice, ce nu sunt de tipul oceanit alcalin, ci de tipul continental, plateau bazalte (tholeiite), care se diferențiază după schema bazalt-andezit-dacit-riolit. În acest caz RITTMANN admite că chimismul magmei de Sima a fost contaminat de Sial în calea ascendentă prin soclul continental: o parte din materialul silico-aluminos

topit a fost asimilat, iar restul se regăsește sub formă de roce efuzive silicioase. Acest mecanism este confirmat de statisticele lui Daly, care arată că pe continentul american proporția rocilor efuzive este: bazalte 80%, andezite 16%, riolite 2% și toate celelalte varietăți 2%. Dacă luăm în considerare și bazaltele oceanice cu o răspândire și un volum enorm, putem spune că rocele efuzive sunt aproape exclusiv bazalte, întovărășite pe continente, de o mică proporție de bazalte contaminate, andezitele pyroxenice, și de un neînsemnat rest de sial neasimilat, riolitele.

Granitele, rocile batolitice intruzive își au originea — după școala finlandeză, la care se raliază pe zi ce trece aproape unanimitatea geologilor — în procesele migmatitice care se produc în stare solidă și sunt puse în opoziție cu fenomenele magmatice care pornesc dela o topitură omogenă. S'a demonstrat că șisturile cristalophylliene sunt produsul metamorfismului, adică a procesului care prin creșterea temperaturii și a presiunii provoacă, în stare solidă, recristalizarea, fără schimbarea compoziției chimice globale. Dacă acest proces este întovărășit de fenomene de metasomatoză, adică de migrațiune a materiei chimice, în special a alcalinelor, el conduce la formarea de granite. Revenim la ipoteza școalei franceze de acum cincizeci de ani, pentru care granitizarea este termenul ultim al metamorfismului. Sialul nu se naște din magmă, din sima, pe calea directă a diferențierii magmatice, ci pe calea ocolită a ciclului alterație, transport și sedimentare cu selecționare și apoi metamorfism.

Rămân în prezență cei care admit că metasomatoza, provocată de migrațiunea frontului migmatitic se produce sub formă de soluție în ape thermopneumatolitice care circulă prin fisuri și acei, foarte puțini deocamdată, care negând vechiul adagiu « corpora non agunt nisi soluta » presupun pe baza cuceririlor din domeniul metalurgiei, că reacțiunile s'au produs în stare solidă, că atomii se pot deplasa în spațiile interatomare ale edificiilor cristaline. Frontul migmatitic al granitizării este alcătuit dintr'o serie de migrațiuni dintre care se cunosc mai bine fronturile sodiului și potasiului, urmate de alte elemente și de alte metasomatoze, dintre care nu vom cita decât frontul elementelor radioactive care trebuie să fie veșnic în mișcare pentru a se apropia de suprafața soclului de Sial: granitele cele mai tinere sunt cele mai puternic radioactive.

Reacțiunile în stare solidă se potrivesc foarte bine pentru mineralele rocilor eruptive, care nu au nici o existență în afară de starea solidă cristalină: nu există soluție de feldspat sau ion SiO_4 într'o soluție, și nu putem să concepem o sticlă de compoziție granitică sau o topitură de bazalt decât ca o îngrămădire de atomi în stare omogenă din punct de vedere statistic. Pentru silicați, structura reticulară, omogeneitatea strictă sau geometrică, condiționează toate proprietățile fizico-chimice. Nu putem decât să amintim mecanismul de construcție al edificiilor cristaline prin înlanțuirea grupurilor SiO_4 dar ne

vom opri o clipă asupra rolului determinant, din punct de vedere spațial pe care-l joacă oxigenul în studiul, la scara atomului, a structurii interne a litosferei. Oxigenul formează singur aproape jumătate (46,59%) din greutatea litosferei, dar diametrul lui atomic ($1,32 \text{ \AA}$) este de două sau de trei ori mai mare decât a lui Si ($0,4 \text{ \AA}$) Al ($0,5$) Fe ($0,6$) și Mg. ($0,7 \text{ \AA}$) care formează împreună 43% din litosferă pe când Na, K și Ca cu diametre atomice cuprinse între 0,9 și $1,3 \text{ \AA}$ reprezintă 9%. Aceste 9 elemente singure formează 98,62% din litosferă și dacă adăugăm Ti, H, P și Mn ajungem la 99,63% pentru 12 elemente (vezi tabela p. 47).

Putem să propunem ca o primă aproximație imaginea după care litosfera este un edificiu compact de sfere de oxygen; în spațiile lui goale pot încapa atomii cu o rază cel mult egală cu 0,41 din raza oxygenului, adică tot Si și tot Al. Mai mult de 82% din litosferă încapă în acest edificiu compact de atomi de oxygen. Ceilalți atomi determină numai o scădere a compacității edificiului. Acesta este un punct de vedere geometric static, însă din punct de vedere fizico-chimic energetic rolul predominant de coordinator revine siliciului care joacă în chimia litosferei rolul pe care-l joacă carbonul în chimia organică. De altfel, în tabela lui Mendelejeff, siliciul se găsește imediat sub carbon în coloana a IV-a. Un atom de siliciu este însă totdeauna înconjurat de patru atomi de oxygen, care fac legătura și cu celelalte grupuri SiO_4 și cu celelalte elemente, pe când atomii de carbon sunt legați între ei direct în lanțuri sau în cicluri.

Carbonul are un rol energetic proeminent, care iese în evidență cu prisosință dacă ne gândim la locul său din punct de vedere cantitativ. El nu reprezintă decât 0,03% din litosferă și chiar în episferă unde el se concentrează prin procesele biochimice până la 0,4% (Vernadsky) rolul său calitativ datorit activității sale chimice este cu totul covârșitor. Există numai 1.500 de specii minerale, pe când regnul vegetal și animal nu conțin mai puțin de 700.000 specii. Calitatea energiei în materia vie este de altă esență decât în regnul mineral. Carbonul este capabil de a capta și înmagazina o parte din energia câmpului de forțe al episferei. Carbonul a fost ales pentru a o transforma în putere biogenă: un biet mineralog nu se poate împiedeca de a gândi că a fost creată, s'a născut dintr'un Har.

T A B E L Ă
Date statistice asupra compoziției chimice a geosferei și litosferei

Nr. atomic	Element	Soare (Russel)	Meteorit 1 siderit 8 aerolit	Pământ în ipotetiza sâmburelui Nife (Washington)	Litosfera (Washington 1939)	Media gene- rală a anali- zelor de roci (Washington 1939)	Media anali- zelor de gra- nit (Daly)	Media anali- zelor de ccea- nit (Tyrrell)	Media anali- zelor de pla- teu bazalt (Daly)	Media anali- zelor de roce din Europa (Barth)	Media anali- zelor de roce din Polyne- zia (Barth)
1	H	190	69,7	38,3	O 46,59	59,12	70,18	45,6	50,6	59,84	50,03
8	O	100	cca 100	cca 100	Si 27,72	1,05	0,39	1,7	0,68	0,83	1,96
11-28		cca 100			Al 8,13	15,34	14,47	8,3	17,40	15,12	15,51
11	Na	9	1,1	0,5	Fe 5,01	3,08	1,57	2,3	4,57	3,17	3,88
12	Mg	37	23,5	12,0	Mg 2,09	3,80	1,78	10,2	6,29	3,67	6,23
13	Al	1,7	1,6	2,5	Ca 3,63	0,12	0,12	0,1	0,46	0,08	0,15
14	Si	14	28,8	20,1	Na 2,85	3,49	0,88	21,7	4,89	3,61	6,62
16	S	—	3,1	0,9	K 2,60	5,08	1,99	7,5	8,09	4,97	7,99
19	K	6	0,4	0,2	Ti 0,63	3,84	3,48	1,3	3,23	3,73	4,00
20	Ca	5	2,8	3,5	P 0,13	3,13	4,11	0,4	1,76	3,40	2,10
22	Ti	0,2	0,2	0,1	H 0,13	1,15	0,84	0,6	1,83	1,24	1,16
24	Cr	0,7	0,7	0,3	Mn 0,11	0,29	0,19	0,3	0,2	0,26	0,15
25	Mn	1,1	0,3	0,1							
26	Fe	21,8	35,6	55,0		99,49	100	100	100	99,80	99,88
28	Ni	1,5	1,8	4,4	C 0,032						

BIBLIOGRAFIE

1. H. CLOOS, Erdkern und Erdkreis. *Geol. Rundschau* 32 /3, 1941.
2. R. A. DALY, Igneous Rocks and the depths of the earth. *Mc. Graw Hill Book Cy. New-York*. 1934.
3. — The depths of the earth. *Bull. Geolog. Soc. Amer.* 44. 1933.
4. WASHINGTON H. S., The crust of the earth and its relation to the interior. *Physics of the earth*. VII. 1939.
5. N. L. BOWEN, The evolution of igneous rocks. *Princeton*, 1928.
6. ASSAR HADDING, We and the world outside. *Kungl. Fysiografiska Sällskapets i Lund Förh. Bd. 10. Nr. 4*. 1940.
7. B. GUTENBERG, Handbuch der Geophysik, 1931.
8. HAALCK, H., Zur Frage der Beschaffenheit des Erdinnern. *Zeitsch. f. Geophysik*. 7. 1931.
9. W. KUHN und A. RITTMANN, Zustand des Erdinnern. *Geolog. Rundschau* 32 /3 1941.
10. RITTMANN, A., Entstehung des Sial und Herkunft der vulkanischen Energie. *Geolog. Rundschau*. 30. 1939.
11. WEGENER, A., Die Entstehung der Kontinente und Ozeane, 1928.
12. P. ESKOLA, Die Entstehung der Gesteine. Die metamorphen Gesteine. *Julius Springer*, 1939.
13. BARTH, T., Die Entstehung der Gesteine. Die Eruptivgesteine. *Julius Springer*, 1939.
14. H. BACKLUND, Das Magmaaufstieg in Faltengebirge. *Bull. Com. Géol. de Finlande*, 1936, Nr. 115.
15. G. W. TYRRELL, The principles of petrology, 1926.
16. R. PERRIN et H. ROUBAULT, Le granite et les réactions à l'état solide. *Bull. Serv. Carte. Géol. de l'Algérie*, 1939.
17. BERG, G., Geochemie und Vorkommen der mineralischen Rohstoffe. *F. Enke*, 1933.
18. W. VERNADSKY, Geochemie. *Akad. Verlagsgesell. Leipzig*. 1935.

DIFERENȚIEREA CONSTITUȚIONALĂ
CHIMICĂ A SCOARȚEI PĂMÂNTULUI
PE VERTICALĂ

de ION ATANASIU

În mod cu totul general, sub denumirea de « diferențiere » se pot cuprinde procesele pe urma cărora, dintr'o substanță inițial omogenă, pe care o putem numi « substanța sistemului solar », s'au format o sumă de alte aglomerări de substanță, diferite între ele din punct de vedere chimic. Primele unități mari în care s'a grupat, diferențiată, substanța sistemului solar au fost planetele și soarele. Procesele de diferențiere au continuat apoi să funcționeze pe aceste unități, realizând, pe fiecare din ele, numeroase și variate grupări noi.

Chiar dela început trebuie relevat faptul că « diferențierea » nu poate fi privită ca un fenomen continuu ci ca un fenomen care se desăvârșește în etape succesive. În fiecare etapă se izolează unități care reprezintă domenii fizico-chimice diferite; diferențierea pe aceste unități se va face sub un alt regim și va trebui deci să conducă și la produse diferite.

Greutatea mare pe care o întâmpină studiile privitoare la diferențiere vine în primul rând dela lipsa datelor sigure, pe care aceste studii să se poată întemeia. Într'adevăr, iată de ce dispunem în această privință:

— Cunoaștem cu destulă aproximație compoziția chimică a scoarței pământului până la 50—60 km adâncime.

— Cunoaștem destul de exact compoziția medie a meteoritelor care au putut fi găsite și studiate (cca 350 de cazuri).

— Avem oarecare informații, asupra compoziției chimice medii a soarelui.

— Cunoaștem densitățile medii ale planetelor și a soarelui.

Cu aceste fapte, și pe temeiul legilor fizico-chimice care se admit valabile și în afara domeniului în care au fost verificate, se încearcă astăzi o explicare a aglomerărilor de substanțe diferențiate.

SUBSTANȚA ÎNȚIALĂ (Substanța sistemului solar)

Despre constituția substanței inițiale dela care a pornit diferențierea nu putem spune decât foarte puțin.

Admițând că soarele și planetele sunt părți diferențiate din această substanță, am fi tentați să afirmăm că cel puțin elementele chimice cunoscute pe pământ au existat, bine înțeles în alte raporturi de cantitate, și în substanța inițială.

Este însă probabil că fenomene de condensare au putut da naștere la unele elemente, — noi pentru substanța inițială — astfel că, admitând o identitate constituțională calitativă între compoziția chimică a acelei substanțe și compoziția chimică de astăzi a pământului, riscăm să greșim.

Ținând însă seama de faptul că în atmosfera stelelor celor mai fierbinți și chiar în nebuloase s'a putut constata prezența unora din elementele pe care le cunoaștem pe pământ, suntem îndreptățiți să credem că cel puțin o parte din aceste elemente au existat ca atare și în substanța inițială (*H, He, Li, C, O, Na, Mg, Al, Si, Ca, Ti, Cr, Fe*, etc.). Este foarte interesant de relevat faptul că tocmai între aceste elemente se găsește și elementele cele mai frecvente pe pământ.

Fiindcă soarele, pe care-l considerăm ca un reziduu al substanței inițiale, are jumătatea din greutatea sa constituită din hidrogen, și fiindcă în atmosfera stelelor hidrogenul poate reprezenta chiar peste 90%, putem încă admite că și în substanța inițială acest gaz se găsea în proporție foarte mare — cu siguranță peste 50%.

Așa dar, rămânând numai în limita faptelor care par bine dovedite, suntem îndreptățiți să afirmăm că substanța inițială a sistemului solar conținea:

H 50—80%,

He în cantitate apreciabilă,

și o sumă de alte elemente, între care cu siguranță și acele elemente care astăzi sunt cele mai frecvente pe pământ.

Dacă, după cum se pare, este adevărat că și în această substanță inițială, ca și în alte sisteme solare, păstrează în general preponderența aceleași elemente chimice care predomină și pe pământ trebuic, să admitem:

a) Sau că în universul cunoscut nouă, gruparea particulelor inițiale, în sistemele care constituiesc elementele chimice, este supusă la anumite legi care conduc la raporturi constante între cantitățile de elemente chimice formate;

b) Sau că anumite elemente se pot forma mai ușor decât altele;

c) Sau, în fine, că unele din elementele formate sunt mai rezistente decât celelalte.

PRIMA DIFERENȚIERE

Din momentul în care, indiferent din ce cauză, în substanța inițială s'a produs un nucleu de concentrare, s'a născut în acea substanță o regiune de neomogenitate care a trebuit să pună în funcțiune procesele de atracție și de difuziune cu care a început diferențierea.

Dacă timpul care a stat la dispoziția acestor procese ar fi fost infinit, s'ar fi ajuns poate la o anumită organizare a întregii substanțe inițiale față de acel

punct, organizare în care elementele chimice s'ar fi dispus, probabil, în general, după greutatea lor, în pături concentrice.

Dar fiindcă sistemului solar i se dă astăzi o vârstă numai de ordinul a 10 miliarde ani, se poate stabili, pe bază de calcule, că într'un timp atât de scurt, procesul de diferențiere n'ar fi putut modifica, decât în oarecare măsură, distribuția de elemente chimice în acest sistem, chiar dacă am admite că atomii s'ar fi putut deplasa, în procesele de diferențiere, cu vitezele maxime probabile.

Inversând problema, se vede că, pornind dela anumite premize în ceea ce privește diferențierea, se poate încerca calcularea vârstei sistemului solar.

Diferențierea inițială n'a putut fi deci decât parțială.

Din această substanță, numai parțial diferențiată, s'au format planetele.

Diferența de densitate a planetelor, diferență care trebuie să corespundă cel puțin în parte și la o diferență de compoziție chimică, este, poate, cea mai sigură dovadă palpabilă pentru existența unei diferențieri în substanța sistemului solar:

Pluton ?	Martie 3.9
Neptun 1.2	Pământ 5.53
Uranus 1.3	Venus 5.2
Saturn 0.7	Mercur 3.8
Jupiter 1.4	Soare 1.42

În tabloul pe care-l dăm aici se vede că densitatea aceasta crește dela periferia sistemului solar până la pământ, unde ajunge maximă, ca apoi să descrescă până la soare. La această regulă face excepție numai planeta Saturn, care e mai ușoară de cum ar trebui să fie.

Dacă admitem că planetele s'au constituit cu materia care s'a găsit în substanța sistemului solar (parțial diferențiată) aproximativ în regiunea orbitelor lor, putem deduce că această substanță era mai densă, deci mai concentrată în anumite elemente grele, în porțiunea în care s'au format Pământul și Venus. De asemeni trebuie să mai deducem faptul că *abundența unor anumite elemente poate să fie specifică pentru fiecare planetă*. Pentru Pământ și pentru Venus este probabil specifică abundența ferului.

Compoziția chimică medie a unei planete poate fi dependentă nu numai de locul ei în sistemul solar, dar și de timpul când ea s'a constituit, deoarece compoziția substanței sistemului solar într'o anumită regiune s'a schimbat prin procesele de diferențiere; deaceia ne putem întreba dacă pentru explicarea unor anomalii de constituție (densitate) cum este aceea a planetei Saturn, nu am mai putea recurge și la factorul timp.

DIFERENȚIEREA PE PĂMÂNT

Substanța inițială a suferit prin urmare un prim proces de diferențiere până la constituirea planetelor.

O planetă odată constituită reprezintă un nou centru de diferențiere, centru în care fenomenul se va petrece oarecum independent, pe contul substanței aici acumulate, și condiționat de condițiile fizice aici specifice.

Fiindcă s'a admis că cel puțin conținutul chimic diferă dela planetă la planetă, este logic să admitem că, în detaliu, și produsele de diferențiere vor fi diferite.

Informații mai detaliate asupra mersului diferențierii și asupra produșilor ei nu avem decât pentru pământ și în parte pentru meteorite, pe care le presupunem că, în cea mai mare parte a lor, vin din regiunea planetoizilor, cuprinsă între Marte și Jupiter. De aceea, concluziile scoase din studiul proceselor de diferențiere de pe Pământ, nu s'ar putea extinde și la celelalte planete, decât cu anumite precauțiuni.

Substanța inițială a Pământului, substanță dela care a pornit diferențierea, fiind de origine solară, trebuie să aibă unele attribute care să amintească această origine. Putem trece în rândul acestor attribute:

- a) Frecvența unor anumite elemente, între care în deosebi sunt de relevat oxigenul și magneziul;
- b) Raritatea elementelor cu greutate atomică mai mare decât 60;
- c) Predominanța elementelor cu număr de ordine cu soț asupra acelor cu număr de ordine fără soț.

Prin diferențierea «substanței inițiale a sistemului solar» pământul a câștigat, în ceea ce privește chimismul, unele caractere specifice între care trebuiesc relevate în primul rând două:

- a) Deshidrogenarea și
- b) Acumularea de Fe.

Așa dar, substanța care s'a diferențiat în timpul formării pământului, poate fi definită în modul următor:

Săracă în H,

Bogată în O, Mg, Fe Si și alte câteva elemente, având aproape constant elementele de ordin par mai abundente decât acele de ordin impar și fiind aproape lipsită de elemente cu greutate atomică mai mare de 60 (toate la un loc nu dau probabil nici $\frac{1}{2}$ de procent).

Admițându-se în principiu că diferențierea pământească s'a putut realiza pentru tot volumul pământului, și ținându-se seama de două fapte incontestabil foarte interesante: că densitatea globală a pământului este foarte mare și că unele meteorite — privite ca sfărâmături ale unor corpuri cerești complet diferențiate și ele — se arată constituite dintr'un aliaj de fer cu câteva procente de nichel, s'a comparat globul în diferențiere cu o topitură de fer care, prin răcire, a eliminat la suprafață o scorie silicioasă, care a constituit litosfera.

O pătură intermediară (Sima), împărțită la rândul ei și ea (Crofesima și Nifesima), făcea trecerea între scoarță și nucleul intern feros.

Elementele s'au ales în această ordine, în parte sub influența gravitației, după greutate, în parte însă și după afinitățile chimice. Aceste afinități au apărut, ca factor interesant, de îndată ce s'au realizat condițiile necesare ca să se poată produce compuși. S'a valorificat prin urmare, în diferențiere, nu numai atributul de masă ci și acel de formă.

Cunoscându-se densitatea relativ mică (2,75) a scoriei dela suprafață, s'a calculat aproximativ cât de mare trebuie să fie nucleul de fer ca să se ajungă la densitatea medie de 5,5 a pământului. Anumite schimbări de viteză a undelor seismice care pătrund mai adânc în pământ au permis să se stabilească și pe alt temei limitele celor 3 părți constituante ale globului.

În timpul din urmă unii cercetători (1) pun în discuție acest edificiu, construit cu mult geniu de SUESS, și întărit de mulți alții cu argumente care par temeinice. Se remarcă mai cu seamă două obiecții care se pot aduce acestei concepții. Primul, considerat ca cel mai însemnat, este faptul că, după cunoștințele pe care le avem astăzi, nu se poate concepe o diferențiere care să ducă la acest rezultat. Al doilea argument este faptul că meteoritele feroase, care ar trebui să fie foarte numeroase (admițând că și planetoizii sfărâmați au suferit același tip de diferențiere), sunt mai degrabă rarități (cca 12%).

În convingerea că procesele de diferențiere nu s'au desăvârșit decât într'o pătură superficială a globului terestru — se presupune că în interiorul pământului se găsește și azi încă o cantitate mare de substanță inițială nediferențiată, într'o stare comparabilă cu acea gazoasă. Invelișul care îmbracă acest sâmbure nediferențiat ar avea compoziția pe care o admitem azi pentru scoarță și pentru partea de sub ea (sima) — poate cu o pătură destul de groasă de fer la bază — și ar corespunde, ca chimism mediu global, cu compoziția medie a meteoritelor, fiindcă meteoritele sunt și ele părți din astfel de învelișuri, care n'au putut rezista presiunii substanței interne și au explodat.

Dificultatea care se ivește în calea acestui punct de vedere, este explicarea densității mari a pământului. Autorii acestei noi ipoteze admit că « substanța solară » cum numesc ei reziduiul nediferențiat, fiind comprimabilă, ar putea avea o densitate foarte mare datorită presiunii uriașe — de ordinul a 2—3 milioane de atmosfere — la care e supusă. Nu știm în ce măsură ne-ar fi permis să extrapolăm, cu datele pe care le avem din experiențele făcute la suprafață, atunci când e vorba să trecem la domenii în care presiunea depășește de cca 50 ori presiunea maximă cu care s'a experimentat, iar temperatura este de ordinul a 10.000°. Până când nu se va răspunde satisfăcător la această foarte serioasă obiecție, preferăm să păstrăm încă ipoteza nucleului de fer.

Socot însă foarte interesant de relevat un detaliu al acestei teorii, detaliu care ar putea deschide oarecare orizonturi noi în cercetarea diferențierii substanței inițiale a sistemului solar. Observăm anume că în sistemul « Pământ » dife-

rențierea, așa cum o admit cercetătorii menționați, duce la stabilirea unei regiuni de densitate maximă la aproximativ o treime de rază adâncime (cca 2.000 km), după care urmează materia solară nediferențiată, care ar avea, de n'ar fi supusă la presiune, o densitate mult mai mică. Această variație a densității amintește variația de densitate a planetelor în sistemul solar. Dacă s'ar dovedi că ea există efectiv și în pământ, am fi tentați să o privim ca o lege a diferențierii în mase sferice mari în care funcționează, oarecum protivnic, gravitatea și temperatura.

Formarea unei « scorii » oxigenate, silico-aluminoase, solide, la suprafața globului, a izolat pe pământ două domenii fizico-chimice în care, cu timpul, diferențierea a evoluat independent.

Domeniul rămas sub această crustă s'a constituit ca domeniu de adâncime, caracterizat prin temperatură destul de mare ca să poată licheface, în anumite împrejurări, substanța ce se găsește acolo. Presiuni mari — de ordinul a 20.000 Atmosfere — (la 60 km adâncime) — împiedecă foarte probabil lichefierea și prin aceasta restrâng procesele de diferențiere la ceea ce pot realiza reacțiunile în stare solidă.

În momentul în care — din cauze de multe ori probabil de origine tectonică, cum ar fi de exemplu crăparea crustei sau boltirea ei în fenomenele de cutare — se produc descărcări de presiune, substanța se poate licheface, constituind ceea ce numim o magmă. În acest caz diferențierea reintră într'un ritm mai accelerat fiindcă se poate face în fază fluidă. Diferențierea magmatică este procesul de diferențiere pe care-l cunoaștem cel mai bine și este în deosebi interesant acest proces fiindcă pe urma lui se formează o serie foarte variată de roce pe care, după faptul că provin din fracțiuni diferențiate și apoi consolidate ale unei magme, le numim roce magmatice.

Condițiile fizico-chimice, adică temperatura, presiunea și raporturile de cantitate ale elementelor în prezență, care domnesc în domeniul profund sau magmatic, determină asocierea elementelor în anumite forme și a mineralelor în anumite tipuri de roce care sunt, în marea lor majoritate, caracteristice domeniului profund și stabile numai în acel domeniu.

Minerale specifice, stabile în domeniul profund, sunt cea mai mare parte din silicați, foarte multe sulfuri metalice, etc. Rocale care rezultă din asocierea acestor minerale sunt rocele magmatice sau endogene.

Domeniul rămas deasupra crustei, a format domeniul de suprafață. Nu putem ști prea exact care a fost constituția acestui domeniu în momentul în care el s'a izolat ca domeniu aparte, dar putem admite — cu mulți sortii de a nu greși prea mult — că cea mai mare parte din substanțele pe care le găsim azi deasupra crustei, fie în stare lichidă, fie în compușii rezultați din reacțiile cu crusta, au făcut parte din acea atmosferă inițială ce a fost izolată de restul substanței terestre prin formarea crustei. Așa sunt: apa, cea mai mare parte din sărurile care constituesc salinitatea apei oceanice, oxigenul,

azotul, bioxidul de carbon, etc. Condensări succesive au condus la formarea atmosferei de astăzi și în același timp la formarea unei serii de *minerale specifice și caracteristice acestui domeniu, cum sunt în primul rând carbonații, sulfatii și hidrații. Rocile formate în acest domeniu sunt rocile sedimentare sau exogene.*

Când afirmăm că atmosfera de astăzi, cu compoziția pe care o cunoaștem, este un reziduu al diferențierii în domeniul de suprafață, nu uităm că întreținerea compoziției relativ constante a atmosferei apare astăzi ca un proces complicat, la care concură factori foarte variați, între care sunt de menționat în primul rând viața și fenomenele vulcanice.

Între domeniul de suprafață și domeniul profund se interpune un domeniu intermediar — *domeniul șisturilor cristaline sau al rocilor mesogene*. În acest domeniu se pot stabili trepte de adâncime care, de altfel, nu sunt decât despărțăminte arbitrare într'un domeniu în care continuitatea în variația condițiilor fizice are ca urmare, până la un anumit moment, formarea unei serii de minerale și de roci aproape perfect continui.

Specificul domeniului intermediar îl formează lipsa reacțiilor în fază fluidă și existența presiunilor orientate, care creează o șistozitate de presiune.

Procese de diferențiere în acest domeniu sunt practic aproape inexistente, fiindcă mobilitatea substanțelor chimice este foarte mică. Mineralele noi care se formează sunt în genere numai regrupări ale elementelor care stau în contact sau în imediată apropiere.

ALTERAȚIA ATMOSFERICĂ

Procese geologice de amplitudine mare cum sunt fenomenele vulcanice și fenomenele de orogeneză, pot deplasa părți ale scoarței care țin de domeniul profund, atât de mult încât ele să ajungă în domeniul de suprafață.

Scoase din domeniul lor normal, rocile magmatice și mineralele care le construiesc nu mai sunt stabile, și elementele chimice caută alte grupări, care să fie stabile în domeniul de suprafață. Transformările acestea constituiesc ceea ce numim alterația atmosferică.

Numai o anumită inerție a formelor realizate, inerție care încetinește foarte mult transformările acestea, face posibilă prezența rocilor magmatice, păstrate ca atare, în domeniul de suprafață.

Procesul cel mai însemnat, sub raportul cantității, în această alterație, este descompunerea silicaților. În mod cu totul general se poate spune că această descompunere conduce la o separare a substanței care constituie silicații în două fracțiuni: o fracțiune insolubilă și o fracțiune solubilă. Domeniul de suprafață nefiind omogen, deoarece unii factori fizico-chimici, determinanți pentru reacțiuni, cum sunt în special căldura și umiditatea, variază destul de mult pe suprafața pământului, el se subdivide în zone de alterație, care se suprapun cu zonele climatice. Dacă facem abstracție de zona cu climat

nival, în care procesele de alterație sunt reduse la minimum din cauza temperaturii prea joase, și de zonele de climat arid, în care alterația este iarăși neînsemnată din cauza lipsei de umiditate, rămân, ca zone în care alterația se desfășoară în mod apreciabil, cele două zone de climat temperat și zona de climat tropical. Conținutul celor două fracțiuni în care se separă silicații în alterație este deosebit, în zone climatice deosebite.

În zonele temperate, fracțiunea insolubilă este reprezentată aproape exclusiv prin silicați hidratați de aluminiu, silicați care constituiesc partea cea mai însemnată a argilelor, și prin cuarț. În fracțiune solubilă trece sodiul, potasiul, calciul, magneziul și mare parte din fer, toate mai ales sub formă de carbonați și sulfati. *Aceasta este alterația argiloasă.*

În zona tropicală, în fracțiunea insolubilă rămân mai ales hidroxizi de aluminiu, ca diasporul și hidrargilitul, și de fer. După cum se vede, desagregarea silicaților merge aici până la capăt, silicea fiind mobilizată și ea, în cea mai mare parte în stare coloidală. Fracțiunea solubilă conține, calitativ, aceiași compuși ca și în zonele temperate. *Aceasta este alterația lateritică.*

Din aproape nesfârșita serie de silicați care se pot constitui în domeniul profund, aproape nimic nu mai rezistă la suprafață, în special în zona tropicală. Dacă la seria, foarte variată de altfel a argilelor, adăugăm glauconitul, silicat fero-potasice ce se formează în unele regiuni marine, și unii zeoliți, am epuizat seria silicaților stabili în domeniul de suprafață. Dacă n'am avea la dispoziție, ca relice ale domeniului profund, rocele magmatice, siliciul ne-ar apare ca un element incapabil, ca atâtea alte elemente, să dea compuși prea numeroși.

Este interesant de relevat faptul că argilele — și unele din ele în special — îndeplinesc pe pământ o serie de funcțiuni care interesează în mare măsură fenomenul vital. Astfel ele iau o parte importantă în formarea solurilor, împreună cu acizii humici formați pe urma vieții vegetale, contribuie în bună măsură la regularizarea regimului umidității în păturile superficiale ale scoarței prin facultatea pe care o au de a reține apa și a deveni impermeabile, și intervin, probabil mai mult decât se bănuiește, în circulația « bazelor », în special a sodiului și a calciului, în sol și în apele curgătoare. După cum s'a constatat în timpul din urmă, ele au facultatea de a reține fie sodiul, fie calciul (și probabil chiar alte elemente ca Mg, K etc.). Fenomenul de reținere este foarte labil și este probabil că felul bazei reținute este determinat în parte și de climat. Ușoare schimbări în umiditate sau în temperatura medie, sunt, poate, cauza care determină ca de ex. sodiul reținut să fie substituit prin calciu și prin aceasta apele curgătoare din regiune să capete mineralizare cu exces de sodiu, în locul unei mineralizări cu exces de calciu (6).

Se vede din cele expuse până acum că domeniul de suprafață este, din punct de vedere chimic, constituit din două categorii principale de substanțe:

O primă categorie o formează rezidiile diferențierii de suprafață — adică a acelei părți din substanța pământului care a fost izolată, la periferia globului, prin apariția primei cruste. Din această categorie fac parte cel puțin gazele atmosferei, probabil în proporții prea puțin modificate de fenomene ulterioare ca vulcanismul și viața, și apa depresiunilor oceanice cu o parte din salinitatea ei și anume foarte probabil o parte din cloruri.

O a doua categorie o formează produsele de alterație, în care o parte din elemente sunt de origine internă — venite ulterior la suprafață — iar altă parte provin din domeniul extern. Împreună, aceste elemente de origini diferite, s'au grupat, prin procesele de alterație, în forme stabile în domeniul de suprafață.

VIATA

În mediul acesta chimic a apărut și s'a dezvoltat viața. Din câte vedem astăzi, putem afirma că fenomenul vital este, pe pământ, un fenomen de suprafață care se dezvoltă aproape exclusiv pe seama produselor de alterație și a luminii și căldurii solare. Indiferent unde și cum va fi apărut viața, este evident faptul că ea a invadat în special zonele în care alterația funcționează în plin și a evitat zonele în care alterația stagnează — cum sunt regiunile cu climat nival și pustiuurile. De aceea credem că este îndreptățită afirmația că *domeniul vieții este domeniul de alterație*.

Dealtfel această asociere nu poate fi numai o coincidență ci trebuie să aibă un sens mai profund. Fenomenul vital se caracterizează, între altele, prin extrema labilitate a grupărilor moleculare pe care le realizează. Situat în partea centrală a unui domeniu anumit, adică acolo unde echilibrele chimice se constituiesc cu maximum de stabilitate, schimbările de grupări moleculare nu s'ar putea face decât cu risipa maximă de energie. Situat însă la limita între două domenii, adică acolo unde, dela sine, echilibrele tind să se desagrege ca să se regrupeze într'alt fel, fenomenul vital se găsește în condițiile optime necesare pentru realizarea unor grupări moleculare labile.

Privită din punctul de vedere geologic, viața apare ca un fenomen creator de centre care se găsesc în stare de desechilibru — de tensiune — cu mediul înconjurător. Centrele acestea sunt reprezentate prin unitățile elementare ale fenomenului vital, adică prin fiecare ființă în parte. Facultatea aceasta, adică putința de a subsista în stare de desechilibru cu mediul înconjurător, este legată de forme bine determinate, care se perpetuiază, aproape identice, prin descendență.

Energia necesară pentru întreținerea acestui potențial propriu vine, pentru cea mai mare parte din ființe, dela energia și căldura solară. Prin intermediul asimilației clorofiliene, viața verde — adică cea care poate îndeplini acest proces — realizează în principiu o reacțiune de reducere a carbonului

și de grupare a acestui element în compuși ușor oxidabili. Energia vitală aproape în întregime se obține apoi — atât la cea mai mare parte din plante cât și la animale — prin oxidarea acestor compuși ai carbonului.

După cum se vede, viața, în cea mai mare parte a ei, se sprijină pe carbon, nu numai în ce privește constituția substratului ei material, dar și în ceea ce privește economia ei energetică.

Aceasta este adevărat pentru cea mai mare parte a ființelor și de aceea se poate afirma că elementul acesta este specific domeniului vieții, precum siliciul este specific domeniului profund.

Dacă până acum nu cunoaștem ființe care să fi realizat un substrat material al lor, adică celule și țesuturi, întemeiate pe alt corp decât pe carbon, experiențe precise, indiscutabile, au arătat că există organisme, dintre cele mai inferioare este drept, la care economia energetică nu se mai întemeiază pe carbon, ci pe alte elemente. Astfel bacteriile nitrificante oxidează amoniacul și energia obținută din acest proces le servește și ca energie vitală și ca energie necesară reducerii bioxidului de carbon pentru asimilație; unele thiobacterii oxidează hidrogenul sulfurat sau sulful; fero-bacteriile oxidează ferul. Se cunosc încă bacterii care pot oxida hidrogenul sau metanul.

Dacă, prin urmare, din punct de vedere al substratului material, lumea vie formează un tot unitar prin aceea că este în întregime întemeiată pe carbon, din punct de vedere al economiei energetice putem distinge tipuri de viață diferite, după natura elementului care este oxidat ca să se obțină energie.

Avem astfel:

Tipul carbon — oxidant, tipul astăzi normal și cel mai comun,

- » sulf — oxidant,
- » fer — oxidant,
- » azot — oxidant; etc.

Tipurile acestea apar ca foarte interesante în problema apariției vieții pe pământ. Fiindcă tipul carbon — oxidant, pe care se întemeiază astăzi viața, și calitativ și cantitativ evaluând, aproape în totalitatea ei, presupune existența clorofilei, substanță foarte complicată, este de sigur normal să ne gândim că nu acesta a fost tipul primitiv, inițial, ci unul din celelalte tipuri, la care asimilația carbonului se poate face pe cale, cel puțin aparent, mai puțin complicată.

Este interesant poate de menționat și faptul că majoritatea compușilor sau corpurilor oxidați de această viață primară — ca să spunem așa — apar în cantități mari în exalațiile vulcanice; așa sunt metanul, hidrogenul, hidrogenul sulfurat și amoniacul. Ele au putut, prin urmare, exista din belșug la dispoziția vieții, cel puțin în unele regiuni de pe pământ.

Dacă din punct de vedere al economiei energetice problema originii vieții nu pare să ne pună în cale obstacole de netrecut, dacă problema nesfârșitelor variații, în ceea ce privește forma unităților vii, încă nu pare cu totul insolubilă,

există însă o întrebare la care încă nici nu întrevădem măcar calea pe care s'ar putea merge spre răspuns. Este întrebarea cum s'a trecut dela materia minerală — cristalină sau coloidă — la unitatea elementară a vieții, la celulă.

Se caută astăzi în virus-uri această punte de legătură. Dar ne putem întreba, chiar admitând că virusurile sunt o formă a vieții — ceea ce este încă discutabil — dacă această formă a vieții este o formă primară, sau dacă nu este o formă de degenerare.

Ca încheiere constatăm că, din elementele sau corpurile comune în domeniul de suprafață, viața nu folosește pentru suportul ei material și pentru economia ei energetică decât oxigenul și apa. Celelalte elemente de care ea are nevoie: carbonul, azotul, fosforul, sulful, etc. sunt foarte rare — toate în proporție mai mici de o sutime de procent din compoziția scoarței. Pe temeiul acestei observații, putem presupune că apariția vieții n'a fost funcție de domeniul chimic ce se realizase pe pământ, decât în ceea ce privește oxigenul și apa. Determinante au fost, poate, mai mult condițiile fizice și în special temperatura, factor la care viața este de altfel și azi foarte sensibilă. Intr'adevăr, în scara termometrică posibilă, locul vieții în plină funcțiune este numai între 10 și 40°. De asemenea este probabil că au contribuit la instituirea vieții și condițiile particulare de nestabilitate chimică, specifice domeniului de alterație. Cu o putere de selecțiune extraordinară, viața a putut să scoată din mediul înconjurător toate elementele care i-au trebuit, chiar atunci când aceste elemente s'ar fi găsit în cantități extrem de mici.

Este probabil că dependența de mediu — și fizic și chimic — a devenit însă, mai târziu, din ce în ce mai mare. Dar nu trebuie să privim această dependență ca o biruință a mediului asupra vieții ci dimpotrivă. Adaptarea — cuvânt care exprimă legătura între mediu și viață — arată în același timp și natura acestor legături. Ea este în primul rând o reacțiune de apărare, de economie de energie. Adaptându-se, viața desorganizează, stăpânește și folosește în modul cel mai complet posibil lumea neînsuflețită.

B I B L I O G R A F I E

1. W. KUHN u. RITTMANN, *Über den Zustand des Erdinnern und seine Entstehung aus einem homogenen Urzustand*; *Geol. Rundschau*, Bd. 32, Stuttgart, 1941, (Conține bibliografie bogată).
2. F. HEIDE, *Kleine Meteoritenkunde*, Berlin 1943.
3. T. F. W. BARTH, C. W. CORRENS, P. ESKOLA, *Die Entstehung der Gesteine*, Berlin, 1939.
4. E. BLANCK, *Handbuch der Bodenlehre*, Bd. II (Die Verwitterungslehre), Bd. III. (Die Lehre von der Erdoberfläche), Berlin 1929, 1930.
5. H. FREUNDLICH, *Thixotropy*. *Act. Scient.*, Paris, 1935.
6. I. ATANASIU et R. CERNĂTESCU, *Analyses Chimiques de quelques eaux courantes de la Moldavie*, *Ann. Scient. Univ.*, Jassy, XXI, 1934, pp. 486—496.
7. H. FESEFELDT, E. BLANCK, G. SCHELLENBERG, *Physikalische chemische u. biologische Verwitterung*. *Blanck Hb. Bodenl.* 1 și 2, Berlin, 1929.
8. G. BERG, *Das Leben im Stoffhaushalt der Erde*, 1936.
9. KENETH M. SMITH, *Recent Advances in the study of Plant Viruses*, churchill, London, 1933.
10. R. DOERR u. C. HALLONER, *Handbuch der Virusforschung*. *Julius Springer*, Wien, 1938.

STRUCTURA SCOARȚEI TERESTRE
ȘI ERELE GEOLOGICE

de G. MACOVEI

După problemele atât de subtile și de delicate, expuse însă așa de luminos de antevorbitorii mei în ședințele precedente, probleme în care, după cum ați putut vedea, ipoteticul joacă un rol precumpănitor, mi-a revenit sarcina să aduc în fața Domniilor-Voastre o altă chestiune, în lămurirea căreia faptele de observație își fac loc din ce în ce mai mult, iar concluziile la care conduc apar din ce în ce mai întemeiate.

După cum știți, este vorba de problema structurii scoarței pământeste și a erelor geologice.

De sigur că și în domeniul acesta ipoteticul încă subsistă, cel puțin când e vorba de cauzele determinante ale unor anumite episoade ale evoluției pământului, iar metoda raționamentului inductiv continuă să fie adesea principalul instrument de cercetare. Totuși, elementele dela care se pleacă tind să devină din ce în ce mai sigure și mai concrete, așa că coeficientul de dubiu ce însoțește concluziile, chiar dacă nu e complectamente înlăturat, este în tot cazul mai scăzut.

Dar să intrăm în chestiune.

Din expunerile precedente ați văzut, între altele, ce trebuie să înțelegem prin scoarța pământului, cam ce grosime are și care este compoziția ei chimică elementară. Considerând aceste lucruri cunoscute, vom căuta, cu bună voința Domniilor-Voastre, să facem un pas mai departe, încercând să-i descurcăm structura și prin aceasta să-i reconstituim liniile mari ale istoriei ei geologice. Sarcina, de sigur, nu este prea ușoară, având în vedere disproporția gravă dintre vastitatea conținutului subiectului și timpul în care îmi e îngăduit să mă bucur de binevoitoarea d-voastră atenție. De aceea, cu tot caracterul ademenitor al diferitelor lui laturi, cu regret voi fi nevoit să las multe la o parte, și să mă mărginesc la cadrul strict al elementelor necesare unei schițări cu totul sumare a înfățișării actuale a problemei.

CONSTITUȚIA PETROGRAFICĂ A SCOARȚEI

Se știe că partea din scoarță, accesibilă mijloacelor noastre directe de cercetare, este foarte redusă, atât în întindere cât și în adâncime. Ținând seama de faptul că abia 28 % din suprafața globului este uscat și, prin urmare, direct observabil, fără a mai pune la socoteală întinderile ce revin pustiurilor, uscate

sau înghețate, — și unele și altele încă puțin accesibile observațiilor geologice, — se vede cât de redus este câmpul de cercetare ce ni-l oferă. De asemenea, dacă ne gândim că până în prezent cercetările noastre directe nu s'au putut scobori în adâncime decât până pe la 2 — 3.000 m, — și aceasta numai în unele regiuni, așa zicând, privilegiate, cele câteva sondaje, ce au atins sau au depășit adâncimea de 4.000 m, fiind cazuri cu totul excepționale, — s'ar părea că în direcția aceasta posibilitățile de investigație sunt și mai limitate.

Din fericire pentru satisfacția curiozității noastre, cât și pentru satisfacția a o sumă de cerințe practice, evoluția scoarței a fost mult mai puțin simplă decât am fi dispuși să ne-o închipuim. Și tocmai rezultatele evoluției sale complicate ne ajută să-i descifrăm alcătuirea.

În adevăr, dela prima pieleă sleită la suprafața globului și până la grosimea de azi, această scoarță a fost continuu prefăcută și continuu supusă, pe de o parte la presiuni și împingeri, verticale și laterale, iar pe de alta, la o acțiune de uzură pe fața ei externă. După locuri și timpuri, energiile interne au îndoit-o, au încrețit-o, au rupt-o, au ridicat-o sau au scoborit-o, topind-o pe fața internă, iar cele externe i-au ros asperitățile, rezultate de pe urma acestor deranjamente, căutând s'o niveleze. Prin aceste procese, compartimente întregi, dela diferite adâncimi, împreună cu comorile lor minerale, au fost aduse la suprafață, deci în câmpul posibilităților noastre de cercetare și de exploatare.

Ați văzut din conferința precedentă că regiunea sau domeniul extern al scoarței e alcătuit în bună parte din roce sedimentare. Pe lângă faptul că aceste roce conțin urme organice, principala lor caracteristică e aceea că sunt dispuse în *strate*. Insușirea aceasta le face cu deosebire proprii pentru a servi la reconstituirea istoriei geologice a pământului. De aceea și partea din geologie, care se ocupă cu studiul rocilor stratificate, în scopul reconstituirii acestei istorii, poartă numele de *Stratigrafie*.

Este adevărat că la constituția acestui domeniu participă și roce eruptive și roce metamorfice (fig. 1, D), roce care inițial țin de domeniile inferioare ale scoarței și care, numai ulterior și pe cale, să-i zicem, accidentală, au fost aduse în domeniu extern. Însă, dată fiind absența de stratificație a unora, precum și rolul lor oarecum subordonat în partea cea mai exterioară a acestui domeniu, ele nu interesează, în chestiunea ce ne preocupă, în aceeași măsură ca cele sedimentare.

Iată dar materialul din care e formată scoarța în domeniul ei extern considerat din punct de vedere petrografic.

Dedesubtul acestuia se găsește domeniul de metamorfism, unde rocele sedimentare sunt transformate în sisturi cristaline prin efectul căldurii și al presiunii, iar și mai jos, domeniul magmatic, sediul materialelor rocilor eruptive.

PRINCIPIUL ACTUALISMULUI

Deși constatarea, că rocele sedimentare au un rol important în alcătuirea scoarței, este veche, și deși întinderea și succesiunea lor a format una din principalele preocupări ale pionierilor geologiei, cu WERNER și cu WILLIAM SMITH în frunte, studiul lor în vederea descifrării evoluției pământului nu realizează progrese sensibile decât cam dela începutul secolului al XIX-lea.

Un impuls hotărâtor acestor studii îl dă CHARLES LYELL. Partizan al concepțiunii transformiste și ca atare al ideii unei evoluții lente, fără salturi și fără cataclisme, atât în domeniul fizic cât și în cel organic, acest autor formulează, pe la 1833, părerea, ce de altfel încolțise și în alte minți înaintea lui, că planeta noastră s'a găsit, cel puțin de când începe istoria ei geologică, sub imperiul aceluiași forțe energetice ca azi și că, prin urmare, în trecut totul a trebuit să se petreacă pe ea, în același mod cum se petrece astăzi. În această concepțiune, cauzele care determină fenomenele actuale determinându-le și pe cele din trecut, rezultatele lor trebuie să fie aceleași. Așa că, dacă se cunosc condițiile în care se formează actualmente diferite roce, sau în care se dezvoltă o anumită viață, nu va fi greu să se reconstitue condițiile ce au determinat formarea aceluiași roce sau caracterul aceleiași vieți din trecut. Este așa numitul *principiu al actualismului*, principiu ce a constituit dela început piatra de temelie a studiului geologiei istorice (13, 16)¹⁾.

FACIES ȘI FORMAȚIUNE GEOLOGICĂ

Printre primele probleme, ce s'au impus spre lămurire în descifrarea alcătuirii scoarței, a fost problema determinării vârstei relative a stratelor și cea a stabilirii sincronismului lor la distanțe.

Trecem peste cea dintâi, care s'a rezolvat fără dificultate, fie prin aplicarea principiului superpoziției, fie prin metoda paleontologică bazată pe prezența fosilelor caracteristice. Ne oprim însă o clipă la cea de a doua.

Cu prilejul urmăririi stratelor pe orizontală, printre primele rezultate la care s'a ajuns, a fost și constatarea că unul și același strat poate să-și schimbe însușirile lui fizice, după cum poate să se schimbe și caracterul asociațiilor de organisme ale căror resturi le conține. Observațiunile de asemenea natură au condus la închegarea noțiunii de *facies*, sau aspect al terenului, noțiune prin care se înțelege totalitatea caracterelor fizice și organice ale unui sediment într'un anumit loc (4, 6, 13, 15).

Exprimată întâia dată de AL. BRONGNIART în 1821 și formulată în chip definitiv de GRESSLY în 1838, ideea de facies a determinat un remarcabil progres în studiul terenurilor sedimentare. Prin ea se exprimă condițiunile mediului fizic și bionomic, în care se depune un sediment și unde se dezvoltă

¹⁾ Numerile dintre paranteze se referă la numerile de ordine din lista bibliografică

o viață. Și cum aceste condițiuni pot să difere dela un loc la altul, tot așa vor diferi și caracterele sedimentului ce s'a format.

Alături de noțiunea de facies și-a făcut loc și noțiunea de *formațiune*, tot așa de obișnuită azi în geologie, noțiune care grupează depozitele, nu după caracterele lor petrografice și palcontologice, ci după originea sau după mediul în care au luat naștere. Inșă același termen se întrebuințează adesea și cu înțelesul de grupare stratigrafică (sistem).

Plecând dar dela principiul cauzelor actuale, deosebirile între formațiunile născute în mediile de astăzi, ușor pot fi recunoscute și între cele din trecutul pământului, bine înțeles, în măsura în care aceste formațiuni s'au păstrat. Astăzi s'au recunoscut, bunăoară, în mediul marin, faciesuri sau formațiuni litorale, neritice, batiale, pelagice sau abisale, după gradul de adâncime al apei, și după anumite condiții de amănunt legate de ea, așa după cum în mediul continental s'au deosebit faciesuri sau formațiuni eoliene, eluviale, fluviale, glaciare, etc., după agentul sub influența căruia au luat naștere. Toate aceste variațiuni au putut fi recunoscute și în trecut.

E limpede, prin urmare, că, cu ajutorul principiului actualismului și al noțiunii de facies, s'a putut reconstitui fără multă greutate condițiile în care s'au depus și consolidat diferitele roce și în care s'au dezvoltat anumite forme ale vieții; iar o dată aceste condiții cunoscute, diferitele aspecte paleogeografice, ce s'au succedat în timpul erelor geologice, împreună cu principalele lor caracteristice, apar aproape dela sine.

Când un strat poate fi urmărit, așa zicând, pas cu pas, încât trecerea dela un facies la altul să poată fi constatată direct, sincronismul faciesurilor rezultă în mod evident. Inșă în cazul când continuitatea lui e întreruptă, faciesurile pe care le îmbracă nu mai pot fi sincronizate decât cu ajutorul *fosilelor caracteristice*, sau, în lipsa acestora, cu ajutorul postulatului că două depozite de aspect deosebit din două regiuni deosebite cuprinse între un pat și un acoperiș comun sunt sincronice.

Iată dar pe stratigrafii secolului precedent, înarmați cu excelente mijloace pentru a rezolvi cele mai delicate probleme de stratigrafie și a pune, ca atare, bazele geologiei moderne.

GEOSINCLINALE ȘI ARII CONTINENTALE

Tot în urmărirea stratelor pe orizontală, odată cu variațiunile de facies, s'a constatat și variațiuni în grosimea lor. Astfel, luând în considerare stratele formate în domeniul marin, — care, de altfel, constituiesc cea mai mare parte a stratelor scoarței, — s'a constatat mai întâi, că formațiunile ce se întâlnesc în marea majoritate a cazurilor sunt cele neritice și cele batiale. Formațiunile abisale, ca și cele litorale, se întâlnesc mai rar, fie că nu s'au depus întotdeauna în regiunile accesibile observațiunilor noastre, fie că au fost luate de eroziune. Prin urmare, referindu-ne la formațiunile neritice și la formațiunile batiale,

Aceste constatări au dus încă de pe la mijlocul secolului precedent la ideea că, în timp ce formațiunile neritice au luat naștere într'o mare puțin adâncă, unde în mod obișnuit nu se depun cantități mari de material, formațiunile batiale, nu numai că s'au sedimentat într'o mare foarte adâncă, dar într'o mare al cărei fund trebuie să fi fost pe cale de scufundare, căci altfel nu s'ar putea explica grosimea lor cele mai adeseori excesivă. Plecând apoi dela faptul că răspândirea formațiunilor batiale din scoarță, are un caracter zonar, JAMES HALL a precizat chiar, cam pe la mijlocul secolului precedent, că depunerea lor s'a făcut pe lungul unor albie alungite, al căror fund se scobora pe măsura acumulării sedimentelor.

Schema alăturată (fig. 1) încearcă să dea, între altele, o idee de deosebiri dintre aceste formațiuni și de raporturile de situație dintre zonele lor de sedimentare.

În felul acesta s'a născut și s'a precizat noțiunea de *geosinclinal*, termen propus de JAMES DANA în 1873, cu 15 ani după ce JAMES HALL emisese această idee. Sub numele de geosinclinal se înțelege, prin urmare, o depresiune alungită, de dimensiuni terestre, așezată la marginea platformei continentale,

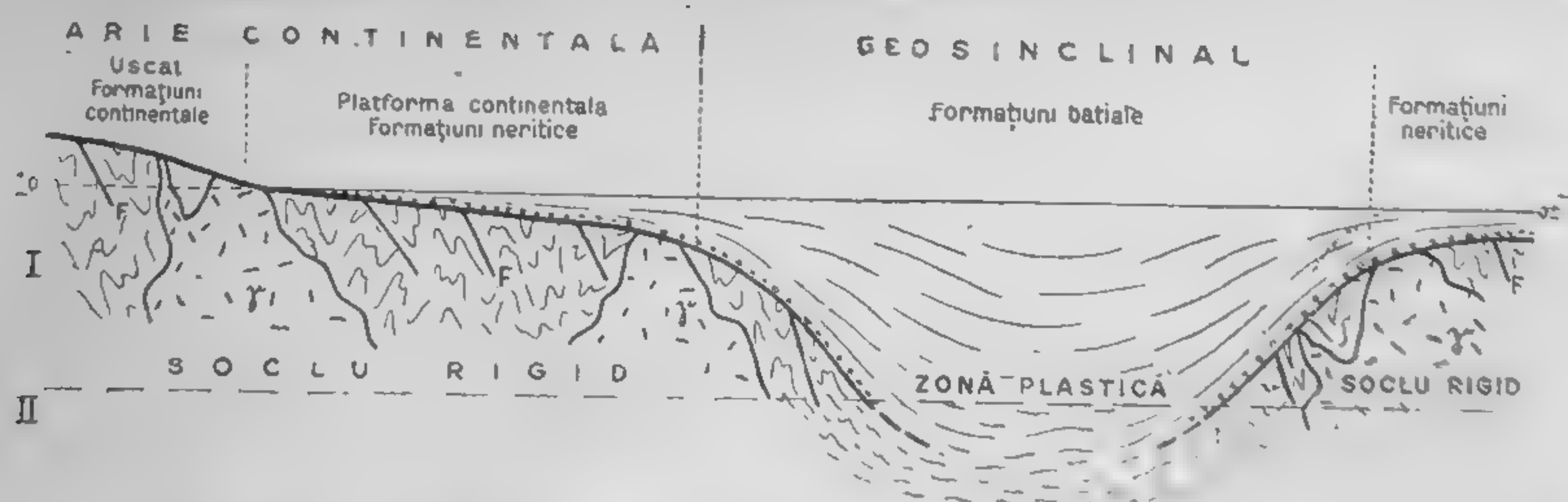


Fig. 1. — Secțiune ideală printr'o arie continentală și un geosinclinal cu zonele lor de sedimentare; I. Domeniul extern, al scoarței, format din roce stratificate (sedimentare și metamorfice) cutate și faliatate (F), și roce eruptive masive (γ); II. Domeniul de metamorfism; dedesubt urmează domeniul magmatic, care nu e reprezentat în figură.

pe lungul căreia are loc o intensă sedimentare cu caracter batial (1, 4, 6, 13, 15). Marile depresiuni circumpacifice actuale, cu adâncimi de 7.000 m până la peste 10.000 m, cum sunt depresiunile, Atacama, Kurile, Aleutine, Japoneză, Filipine, etc., dau o idee foarte justă de înțelesul noțiunii de geosinclinal și de situația lui față de domeniul continental.

Paralel cu aceste observațiuni, tot JAMES HALL remarcă faptul, de un interes capital pentru înțelegerea procesului formării munților și pentru lămurirea structurii scoarței, și anume că, zonele cutate ale globului terestru coincid cu zonele ocupate de formațiunile batiale. Cercetările ulterioare au confirmat în genere exactitatea observațiunilor lui HALL, arătând, în adevăr, că în timp ce formațiunile neritice sunt de obicei puțin deranjate din poziția lor inițială, cele batiale sunt, din contra, intens cutate. Și cum, zonele cutate nu sunt altceva decât zonele muntoase, JAMES HALL ajunge la concluzia, devenită lege, că, *lanțurile de munți iau naștere pe amplasamentul geosinclinalelor*.

În ceea ce privește mecanismul formării munților, observațiunile au arătat, că procesul de cutare începe cu formarea cel puțin a unei coame mediane, plasată pe axul geosinclinalului. Este așa numitul *geanticlinal* (fig. 2, a), accident care va determina dirijarea cutelor următoare. În cazul când compresiunea laterală, cauză determinantă a procesului de cutare, ar fi de aceeași intensitate pe ambele laturi ale geosinclinalului, și ar acționa la același nivel, cutele vor avea o formă mai mult sau mai puțin regulată și vor fi dispuse mai mult sau mai puțin simetric de o parte și de alta a coamei geanticlinale. Însă cum împingerea este de obicei, dacă nu chiar totdeauna, mai puternică dintr-o parte și acționează și la nivele deosebite, atât caracterul cât și dispoziția lor sunt asimetrice (fig. 2, b). Asimetria devine cele mai adeseori așa de exagerată, încât cutele ajung a fi răsturnate și culcate unele peste altele, pentru a trece la pânze de șariaj de amplitudini considerabile, care dintr-o latură a geocinclinalului sunt împinse peste latura cealaltă. Procesul de cutare merge de obicei mână în mână cu o mișcare de ridicare în masă, care aduce geanticlinalul la suprafață în chip de cordilieră (fig. 2 c) și după el, întreaga zonă cutată, pe care o ridică la altitudini de mii de metri deasupra nivelului mării (fig. 2, d).

Schemele alăturate încearcă să reprezinte câteva stadii din formarea unei catene muntoase și reducerea ei, prin acțiunea de uzură a energiilor externe, la o suprafață aproape plană (peneplenă) (fig. 2 e).

În lumina acestor fapte s'a putut recunoaște că, în vremea secundară, bunăoară, un mare geosinclinal sau mai de grabă o mare zonă geosinclinală mediteraneană, încingea pământul în direcție ecvatorială, trecând prin sudul Europei și al Asiei până în regiunea insulelor Moluce spre răsărit și probabil, până în regiunea Antilelor spre apus. Este așa numita mare *Tethys*, care la extremități se lega cu o altă centură de direcție vag meridiană, corespunzătoare în general regiunilor de coastă ale uscaturilor din jurul Pacificului.

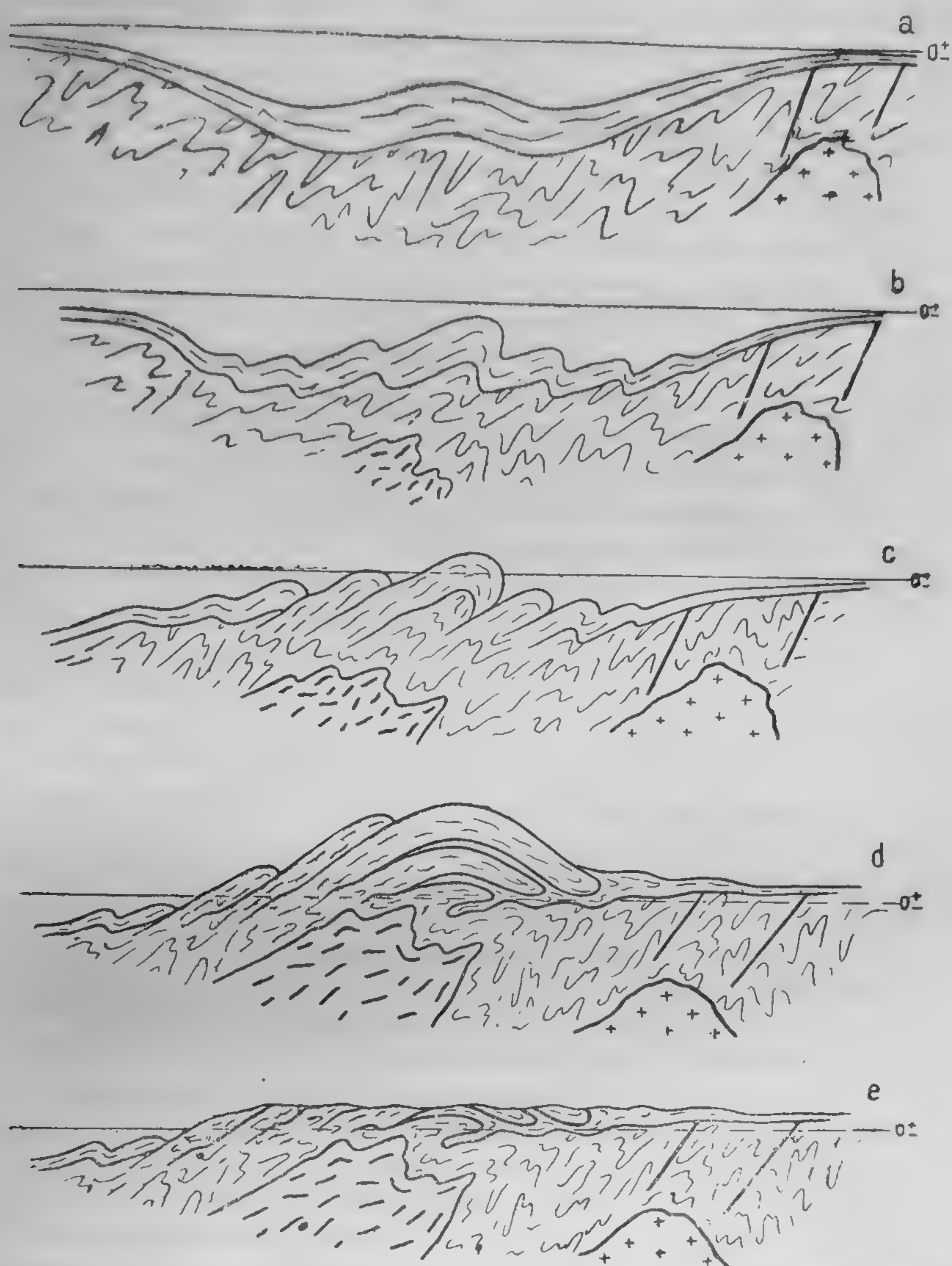


Fig. 2.—Secțiuni ideale reprezentând câteva stadii din evoluția unui geosinclinal, dela apariția geanticlinalului (a) până la formarea catenei muntoase (d) și reducerea ei la peneplenă (e).

Pe lungul acestor zone geosinclinale a luat naștere, în diferite reprize, dela finele Secundarului până la finele Terțiarului, așa numitul *sistem muntos alpin* sau, după expresiunea lui KOBER, *orogenul alpin* *). Din acest sistem fac parte,

*) Sub numele de orogen acest autor înțelege totalitatea cutărilor produse în scoarță într'o eră sau perioadă geologică.

în continentul nostru, Pirineii, Apeninii, Jura, Alpii, Carpații, Balcanii, Caucazul, în Asia, catenele taurice, iraniene, himalaiene și birmaniene, cele ale Japoniei, ale Filipinelor și ale tuturor insulelor de pe coasta vestică și sudică a Pacificului, iar în America, catenele pacifice și ale M-ților Stâncoși, precum și Cordilierele andine.

În vremea primară au existat alte geosinclinale, care în Europa erau situate, parte pe zona mediteraneană, parte în mijlocul, spre nordul și răsăritul continentului. Pe lungul lor, către finele aceleași ere, s'a format *sistemul hercinic*, din care au rămas ca mărturii, între altele, colinele Bretaniei, Platoul central francez, Vosgii, Pădurea Neagră, Harzul, Turingia, Sudeții, Dobrogea de Nord, Colinele Donețului, Uralul, etc.

E. HAUG a atras între timp atențiunea asupra faptului că, formațiunile baltice ale geosinclinalelor, oricât de groase și uniforme ar fi, sunt precedate și urmate de sedimente neritice. Acestea arată, că începutul și sfârșitul sedimentării geosinclinale s'a făcut în ape puțin adânci.

La această observațiune vom adăuga, că sedimentele neritice dela fine, care îmbracă de obicei faciesul detritic de flysch, pot fi urmate, după cazuri, de formațiuni lagunare, cu facies de petrol și facies salifer și, în cele din urmă, chiar de formațiuni continentale. Și dacă stadiul de flysch indică stadiul de umplere al geosinclinalului și al ridicării lui până aproape de suprafața apei, cel lagunar arată stadiul în care apele marine sunt pe cale de a părăsi amplasamentul lui, iar cel continental, stadiul de completă exondare.

De aci rezultă că geosinclinalele sunt accidente temporare, care reprezintă zone plastice și mobile din scoarță (fig. 1), pe lungul cărora se succede o înlanțuire de procese, care, după caracterele și rezultatele lor pot fi grupate în trei faze și anume:

O fază inițială sau *faza de litogeneză*, care începe printr'o depresiune în scoarță, printr'o subsidență, invadată de apele mării, depresiune ce evoluează repede spre o mare albie submarină. Pe lungul acestei albii se acumulează o mare cantitate de material terigen, care, prin tasare, prin întărire și prin cimentare, se transformă în roce sedimentare.

Încă nu s'a terminat bine cu această fază, și geosinclinalul este supus la o compresiune laterală, prin care stratele lui sunt împinse, cutate și răsturnate unele peste altele, așa cum arătam mai sus. Totodată, întreaga masă de roce astfel dislocate este ridicată în bloc mult deasupra nivelului mării, pentru a forma catena muntoasă (fig. 2, d). Aceasta este a doua fază din evoluția geosinclinalului, *faza de orogeneză*, faza de formare a munților, de sigur, cea mai impresionantă prin rezultatele ei. Ea este întovărașită de două procese importante și anume: pe de o parte, metamorfozarea sedimentelor dela fundul geosinclinalului prin efectul presiunii și al căldurii, iar pe de alta, prin punerea în loc de roce eruptive.

Imediat ce materialul geosinclinalului a apărut la suprafață, intră sub influența distrugătoare a agenților externi, acțiune cu atât mai energică cu cât catena nou formată este mai semeață. Din acest moment s'a trecut la faza finală, *faza de gliptogeneză*, al cărei rezultat final este roaderca completă a catenei și reducerea ei la o câmpie aproape plană, la ceea ce s'a numit o *peneplenă* (fig. 2, e).

Despre limite marcante între aceste faze nu poate fi vorba, întru cât categoriile de procese ce au loc în fiecare din ele se suprapun în parte. Dacă începutul fazei a doua ar putea fi indicat prin aparițiunea faciesului flysch, începutul celei de a treia este determinat de retragerea mării de pe amplasamentul geosinclinalului, adică de o *regresiune marină*.

Iată dar unul din principalele elemente structurale ale scoarței terestre, împreună cu fazele lui evolutive.

În opoziție cu zonele geosinclinale și în afara lor se situează, după expresiunea lui HAUG, așa numitele *arii continentale*, sau *cratogenele* lui KOBER (fig. 1 și 3). Sunt suprafețe întinse care cuprind uscatul continental propriu zis, împreună cu regiunile de sedimentare marină de pe platforma continentală și din mările interioare (1, 4, 13, 15). Pe aceste regiuni sedimentele corespunzătoare celor din geosinclinale sunt mult mai subțiri și au de regulă caracter neritic, uneori întrerupt de formațiuni lagunare, continentale, sau de lacune stratigrafice. Sprijinite, în genere, în raporturi de discordanță pe un fundament adesea cutat, ce formează masa continentului, aceste sedimente sunt orizontale sau foarte ușor ondulate.

Din examenul constituției lor geologice rezultă, în adevăr, că ariile continentale în timpul sedimentării geosinclinale constituiesc uscat, care nu e acoperit decât parțial și temporar de apele marine sub un regim neritic, așa cum continentele de azi sunt acoperite de mări interioare sau de mările deschise dealungul treptei continentale. Marea Baltică și Marea Nordului, bunăoară, se găsesc tocmai în aceste raporturi față de continentul nostru.

În privința relațiilor de situație dintre geosinclinale și ariile continentale, spiritul sintetic al lui HAUG a arătat, sprijinit pe numeroase fapte, că ariile continentale din trecut, de o formă deosebită de a continentelor de azi, au fost separate prin zone geosinclinale, mai mult sau mai puțin largi, așa cum, de exemplu, Mediterana actuală separă Europa de Africa.

Dacă ne referim la poziția zonelor geosinclinale din Era secundară, așa cum am schițat-o mai sus, zone de care se mai legau și un geosinclinal al Uralului, și altul al Mozambicului, rezultă că pe acele timpuri alta era configurația geografică a pământului (fig. 3).

În adevăr, fapte, asupra cărora timpul nu numai că nu îngăduie să ne oprim, dar nici măcar să le enunțăm, arată că în Era secundară existau două arii continentale nordice, una nord-atlantică și alta sino-siberiană, două sudice, una africano-braziliană și alta australo-indo-madagascară. Cât privește regiunea Pacifi-

cului, contrar celor ce cred că ar fi o groapă foarte veche ce ar reprezenta cicatricea rămasă în urma desprinderii lunii, unii geologi, bazați pe considerente morfologice, geologice și biogeografice, consideră această întindere ca o a cincea arie continentală, scufundată în vremea secundară, așa cum s'au scufundat ulterior diferite părți din celelalte arii, pentru a ajunge la configurația geografică de azi.

În concepția actuală, ariile continentale reprezintă, prin urmare, regiuni stabile și rigide ale scoarței, regiuni care, în genere, nu mai sunt sensibile la presiunile tangențiale, regiuni care de obicei nu mai pot fi cutate. Pe ariile continentale ca atare nu pot naște catene muntoase, în înțelesul geologic al

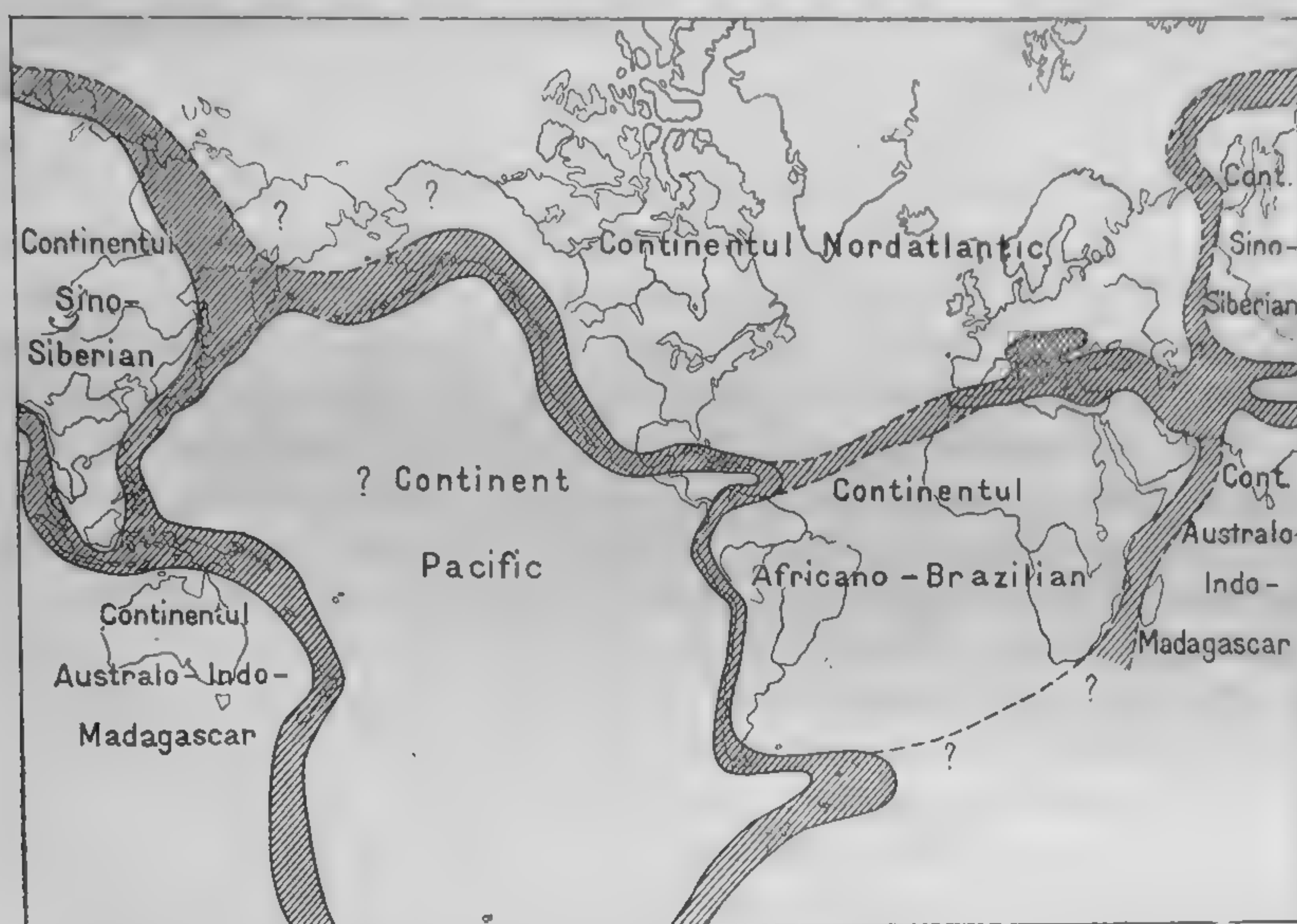


Fig. 3. — Geosinclinalele și ariile continentale din Era secundară (după E. HAUG)

cuvântului, decât dacă pe amplasamentul lor s'ar stabili un geosinclinal (fig. 1). Singurele forțe care le influențează, sunt cele de direcție radială, care le imprimă mișcări verticale. După urma acestora pot rezulta fracturi și falii, cu ridicări și scufundări de compartimente rigide, cu ceea ce se numește horsturi și grabenuri, stâlpi și gropi, dar nici decum zone intens cutate. Aceste mișcări verticale sunt așa numitele *mișcări epirogenetice*. HAUG le aseamănă cu mișcările de ridicare a munților, cu care de altfel sunt contemporane însă de sens contrar, dar se deosebesc de cele tangențiale, după urma cărora nasc cutoale al căror sediu sunt numai geosinclinalele. Aceste din urmă sunt *mișcări orogenetice*.

În aceste condițiuni, viața unei arii continentale, foarte interesantă pentru anumite detalii de Stratigrafie, apare mai liniștită și în tot cazul diferită de aceea a unui geosinclinal.

Ariile continentale sunt rezultate, după cum vom vedea, din juxtapunerea sau chiar din suprapunerea de mari porțiuni de vechi geosinclinale cutate, care și-au terminat evoluția și au intrat în stare de echilibru. Ele arată mai mult sau mai puțin o *stare statică*, care nu mai prilejuește modificări importante în alcătuirea structurală a scoarței. Viața unui geosinclinal, din contra, reprezintă o *stare de dinamism*, care imprimă schimbări esențiale atât în structura cât și în aspectul exterior al scoarței. Însă, deși diferite ca rol funcțional, ele sunt tot așa de vorbitoare din punctul nostru de vedere. Căci, dacă ariile continentale ne arată, în adevăr, principalele etape ale evoluției acestei scoarțe, geosinclinalele ne înlesnesc înțelegerea amănuntelor mecanismului fiecărei etape.

TEORII OROGENICE

Dintre fazele ce caracterizează viața unui geosinclinal, cea mai interesantă prin cauzele ce o provoacă și cea mai impresionantă prin rezultatele lor este, fără îndoială, faza de orogeneză. De aceea problema formării munților a și fost printre cele dintâi probleme care au interesat spiritele cercetătoare din toate timpurile și de aceea explicații mai mult sau mai puțin în concordanță cu starea cunoștințelor de atunci n'au lipsit să se producă.

De sigur că, în cadrul unui astfel de referat, nu e posibil să fie expuse nici măcar o parte din teoriile imaginate pentru explicarea fenomenelor orogene. Ele sunt așa de multe și de variate, încât examenul lor de aproape ar comporta, de sigur, mai multe referate. Remarcăm numai că, deși unele ipoteze, extrem de interesante ca procese de gândire și ca putere de intuiție, au fost emise încă dela DESCARTES și dela LEIBNITZ, explicațiuni mai apropiate de natura reală a faptelor n'au putut apare decât pe măsura progreselor geologiei.

Paralel cu descifrarea structurii de detaliu a zonelor de cutare, operă realizată grație enormului material de observație și mai ales grație puterii de sintetizare a unor spirite deosebite ca, M. BERTRAND, ED. SUESS, A. HEIM, E. HAUG, M. LUGEON, P. TERMIER, E. ARGAND și alții, s'a căutat a se afla cauzele fenomenelor de orogeneză. În acest scop s'au cercetat, așa zicând, toate zările și s'au bătut toate cărările, dar, trebuie să o recunoaștem, fără a se obține un rezultat în adevăr mulțumitor (2, 3, 4, 5, 6, 9, 11, 13, 16, 17, 18, 20, 21).

Lăsând la o parte ipotezele mai vechi, cum e cea a craterelor de ridicare a lui HUTTON și LEOPOLD VON BUCH, ipoteze care nu mai prezintă decât un interes istoric, principalele teorii orogenice ce au intrat ulterior în discuție au, cum e și firesc, diferite baze de plecare, deși cele mai multe nu pierd din vedere faptul localizării proceselor de cutare pe zonele geosinclinale.

Astfel, unele pleacă dela concepția fixității continentelor, în sensul că masele continentale au ocupat întotdeauna același loc pe glob și că, fiind bine

înfipite în fundament, nu au putut fi influențate în cursul timpurilor decât de mișcări radiale. Altele, din contra, pornesc dela ideea, relativ recentă, a mobilității continentelor, după care ariile continentale formate din *Sial*, ușor, plutesc pe un înveliș fluid de *Sima*, mai greu, pe care pot aluneca și se pot deplasa în sens orizontal, așa cum plutesc și se deplasează ghețurile plutitoare pe mările regiunilor polare. O altă categorie, sprijinită pe aceeași concepție, presupune existența unor curenți în *Sima* fluidă, curenți de convecțiune, care ar influența asupra marginilor blocurilor continentale, încrețindu-le și chiar imprimându-le oarecare deplasări. În fine, după altele, dislocările scoarței ar sta în legătură cu unele procese de ordin fizico-chimic ce s'ar petrece în magmă.

Plecând dar dela aceste puncte de vedere, este de sine înțeles că, explicarea fenomenelor orogenice nu putea fi căutată decât în energiile proprii ale pământului; rareori s'a încercat a se recurge la energii extraterestre, cum ar fi cele ce emană dela soare, dela lună, și în genere dela celelalte corpuri cerești. Prin urmare, în mod firesc s'a avut în vedere, după cazuri, fie variațiile de temperatură ale globului, însoțite, se înțelege, de variații în natura materiilor sale constitutive, rezultate după urma diverselor diferențieri de natură fizico-chimică, fie variații în poziția axei polilor ori a vitezei de rotație, fie gravitația, etc.

În aceste condițiuni se explică diversitatea ipotezelor imaginate pentru explicarea acestor fenomene. După felul punctului de vedere adoptat și după natura energiei presupusă ca intrând în joc, unele din aceste teorii se sprijină pe ideea compresiei bilaterale a geosinclinalelor, altele pe o compresie unilaterală, iar o altă categorie, fie pe un proces de scurgere spre gol a stratelor, fie pe mărirea volumului lor pe urma dilatării prin căldură.

Pentru primele două posibilități, procesele de cutare s'ar datori, după unii, cu ELIE DE BEAUMONT în frunte, contracțiunii pământului prin răcire (*teoria contracțiunii*), ceea ce ar avea ca efect strângerea bilaterală a geosinclinalului între ariile continentale atrase spre centrul pământului; după alții, cutarea geosinclinalelor și alipirea lor la ariile continentale are de scop, așa cum și-a imaginat DUTTON, menținerea echilibrului izostatic între blocurile continentale, mai ușoare, și cele oceanice, mai grele (*teoria izostaziei*); alte ipoteze atribue cutarea, fie *scufundării unor compartimente* din scoarță, scufundare determinantă tot de contracțiunea pământului prin răcire, așa cum au arătat succesiv, CONSTANT PREVOST, DANA și SUESS, fie, după concepțiunea mobilistă, a *migrațiunii continentelor*, în sens longitudinal, ca în ipoteza lui WEGENER, sau în sens latitudinal, ca în cea a lui STAUB, și într'un caz și în celălalt drept consecință a variațiunii vitezei de rotațiune a pământului. *Ipoteza scurgerii*, a lui REYER, SCHARDT și recent susținută de LUGEON și alții, imaginează alunecarea stratelor pe un suport înclinat atrase de gravitație, iar *teoria expansiunii*, a lui READE, presupune dilatarea

stratelor din părțile profunde ale geosinclinalelor scoborâte în regiuni cu temperaturi ridicate. În fine, după cum spuneam și mai sus, cutările s'ar mai datori, fie unor procese de ordin fizico-chimic ce ar avea loc în magmă, cum ar fi unele cristalizări însoțite de mărire de volum, ce ar influența asupra fundului geosinclinalelor, fie nașterii unor curenți de convecțiune în aceeași magmă, fie în cele din urmă altor cauze, terestre sau extraterestre, mai mult sau mai puțin probabile.

Vom mai adăoga însă că, în căutarea explicării acestor procese, s'a încercat, de asemenea, a se vedea dacă, din felul localizării zonelor de cutări, nu ar rezulta oarecare indicații asupra cauzelor care le-au dat naștere. O parte din cercetători au fost dispuși să vadă în distribuția geografică a zonelor cutate anumite reguli, anumite dispozițiuni, după care aceste zone ar constitui un soi de rețea, ce ar avea tendința să dea pământului altă formă geometrică decât cea sferoidală.

Astfel, s'a vorbit mai întâi de o așa numită *rețea pentagonală* imaginată de ELIE DE BEAUMONT, după care zonele de cutare s'ar întretaia așa fel ca să dea pământului o vagă formă de dodecaedru pentagonal. S'a vorbit apoi de un *sistem ortogonal*, după care aceleași zone, orientate, unele după paralele, altele după meridiane, s'ar întâlni în unghi drept, așa cum a crezut la un moment dat MARCEL BERTRAND. Și, în fine, s'a mai imaginat un *sistem tetraedric*, idee dezvoltată în special de MICHEL LEVY, după care pământul ar fi căpătat, prin contracțiune, o formă aproximativ tetraedrică, forma către care tinde sfera prin micșorarea volumului. În această ipoteză colțurile tetraedrului ar fi reprezentate, după unii, prin trei blocuri vechi de pe emisfera nordică unite prin muchii, reprezentate prin cutările hercinice și alpine, ce traversează în sens ecvatorial America, Europa și Asia, iar al patrulea prin blocul antartic, legat de cele precedente prin coamele muntoase de direcție meridiană de pe America de Sud și Australia, precum și prin dislocația etiopiană de pe marginea orientală a Africei; alții văd colțurile și muchiile tetraedrului într'o situație ușor diferită.

De fapt distribuția zonelor cutate, ca și a geosinclinalelor pe care s'au format, este mult mai neregulată și mai sinuoasă, pentru a ne putea sugera imagina uneia din aceste figuri geometrice.

După cum era și firesc, discuțiuni foarte ample au avut loc în jurul tuturor acestor ipoteze, dar concluzia a fost, că niciuna nu poate explica în mod satisfăcător cauzele mișcărilor scoarței. La un moment dat, două din ele, teoria contracțiunii și teoria izostasiei, reușiseră să se mențină deasupra celorlalte și să pară a se completa într'o explicare mai apropiată a acestor fenomene, bine înțeles, în măsura în care prima ipoteză poate rezista ipotezei lui JOLY asupra radioactivității terestre. Actualmente teoria migrațiunii continentelor și teoria scurgerii prin gravitațiune se bucură de oarecare atențiune, însă fără a satisface complet toate spiritele.

CICLU GEOLOGIC

Spuneam mai sus că, în succesiunea de procese din viața unui geosinclinal au putut fi deosebite trei faze, e drept, fără limite marcante, pentru că în parte ele se suprapun, dar care încep cu adâncirea scoarței și formarea albiei de sedimentare și se termină cu formarea peneplenci. Dacă această peneplenă va fi acoperită din nou de apa mării, adică dacă va fi supusă la ceea ce se numește o *transgresiune marină*, aceeași succesiune de procese va fi reluată, adică va începe un nou ciclu.

Având în vedere caracterul de repetare al acestor procese, s'a dat numele de *ciclu geologic* seriei de fenomene ce se succedă în timpul celor trei faze din viața geosinclinalului, bine înțeles împreună cu corespondentele lor de pe aria continentală (2, 4, 15). Considerat în spațiu, ciclul cuprinde, prin urmare, toate formațiunile cutate ale geosinclinalului, precum și toate formațiunile necutate depuse în același timp pe aria continentală.

Noțiunea de ciclu geologic, întrevăzută mai mult printr'un proces de intuiție de JAMES HUTTON la finele secolului al XVIII-lea, reluată și precizată ulterior, este noțiunea stratigrafică de primul ordin pe care se bazează clasificarea terenurilor scoarței.

Cum stratele unui ciclu se așează pe stratele cutate ale ciclului precedent, este evident că suprafețele de stratificație ale depozitelor din cele două serii nu vor fi paralele, ci se vor întâlni după diferite unghiuri, adică între ele vor fi raporturi de *discordanță*. În virtutea aceleiași evoluții repetate, aceeași discordanță va trebui să se găsească la baza depozitelor tuturor ciclurilor pe toată întinderea lor.

Iată dar încă o noțiune de foarte mare interes pentru gruparea terenurilor scoarței; căci dacă fenomenul de transgresiune indică limita în timp dintre două cicluri, pe care, se înțelege, n'o putem vedea, același fenomen se traduce în spațiu prin discordanța care fixează aceeași limită pe teren, și pe care o vedem.

Aruncând o privire asupra caracterelor geologice ale ariilor continentale în lumina acestor fapte, se constată, după cum spuneam, că ele constau dintr'o succesiune de astfel de cicluri, juxtapuse și chiar suprapuse. Generalizând această constatare se poate spune că istoria geologică a scoarței nu este altceva decât istoria acestor cicluri succesive. Prin urmare, scoarța pământului este formată din blocuri continentale, alcătuite din zone de cutări, juxtapuse, în parte descoperite și deci accesibile cercetărilor noastre, în parte acoperite de formațiunile unui ciclu următor și în parte scufundate sub mările actuale. Blocurile continentale, astfel constituite, sunt separate prin zone geosinclinale, pe fundul cărora se pregătește materialul viitoarelor catene muntoase.

Este însă cazul de a observa că, dacă continentele actuale, împreună cu mările lor interioare și periferice până la marginea treptei continentale, reprezintă aceste blocuri, în ceea ce privește domeniul oceanic, el nu revine în

întregime zonelor geosinclinale. În afară de unele mări intracontinentale, ca Mediterana, Marea Antilelor, etc., cari sunt în adevăr geosinclinale și în afară poate și de Oceanul Atlantic, pe care unii autori sunt dispuși a-l considera de asemenea ca un mare geosinclinal, celelalte oceane acopăr în genere blocuri sau porțiuni de blocuri continentale scufundate, separate actualmente de cele exodate prin fosele dela periferia lor, singurele care sunt geosinclinale.

Iată, în definitiv, forma cea mai simplă sub care se poate exprima, în concepția actuală, structura scoarței terestre.

CRITERII DE CLASIFICARE STRATIGRAFICĂ. ERE ȘI GRUPE

Având în vedere proporțiile ciclurilor geologice, atât în timp cât și în spațiu, și considerând ușurința cu care pot fi separate pe baza discordanțelor, a fost foarte comod ca ele să fie luate drept grupări de primul ordin al formațiunilor scoarței. În acest fel s'a născut noțiunea de grupă și de eră geologică.

Prin *grupă* se înțelege totalitatea formațiunilor cuprinse în limitele unui mare ciclu, iar prin *eră*, timpul corespunzător nașterii și așezării tectonice a acestor formațiuni.

Dacă grupele se separă efectiv prin discordanțe generale de prim ordin, subdiviziunile următoare, adică sistemele și seriile, cărora le corespund în timp perioadele și epocele, se separă prin discordanțe de ordin secundar. Numai subdiviziunile de grad și mai mic, cum sunt etajele sau vârstele, se separă pe bază de diferențe de fațes în sens vertical (4, 6, 15).

Dela apariția primelor resturi de faune în stratele scoarței, s'au succedat până acum 3 mari cicluri geologice, adică 3 grupe sau ere. Fiecare se caracterizează printr'o sedimentare intensă cu acumulare de mari grosimi de strate, în fiecare s'a ridicat un sistem de munți însoțit de o intensă activitate eruptivă, în fiecare se recunoaște o fază continentală în timpul căreia se înscrie o glaciațiune. Iar dacă ne referim și la latura practică a lucrurilor, apoi de procesele de litogeneză se leagă, eventual, o fază de petrol sau o fază halogenă, de cele de orogeneză, o fază metalogenetică, iar cele de gliptogeneză înlesnesc, eventual, o fază cărbunoasă.

Era primară corespunde unui mare ciclu de fenomene geologice. În timpul ei s'au depus grosimi considerabile de strate; către fine, are loc ridicarea marelui *sistem muntos hercinic* însoțit de o bogată activitate eruptivă; iar faza finală, faza de gliptogeneză, înscrie, în unele regiuni o puternică glaciațiune, iar în altele, un regim uscat cu intensă oxidațiune. În ordinea economică, de sedimentarea primară se leagă importante formațiuni bituminoase cu bogate zăcăminte de petrol, cum sunt cele din centrul, sudul și estul Americii de Nord, din Hanovra, din Ural și Emba, precum și faciesul halogen cu zăcăminte de sare, ca cele din Europa și din America de Nord; de orogeneza ei sunt legate importante zăcăminte de minereuri metalifere; iar de faza continentală dela fine, cele mai bogate zăcăminte de cărbuni.

În cadrul ciclului primar s'a recunoscut un ciclu mai scurt, în ceea ce privește prima și a doua fază, localizat în partea de NW a Europei și în părțile de E și W ale Americii. În timpul lui s'a ridicat în Silurian *catenele caledoniene*, când au fost puse în loc mase mari de roce eruptive. În legătură cu sedimentarea lui stă faciesul de petrol și faciesul halogen din Silurianul din America și din alte regiuni de pe pământ.

În crele următoare repetându-se cam aceleași episoade, trecem asupra lor.

În ceea ce privește evenimentele petrecute înaintea Primarului, plecând de la faptul că fiecare ciclu poate fi recunoscut după existența unui orogen, s'a crezut a se putea deosebi cel puțin două ere. Una, imediat anterioară, Era precambriană sau algonkiană, în timpul căreia s'a ridicat așa numitul *sistem huronian*. Urmele acestui orogen s'au recunoscut în Europa în nordul Scoției, în Hebride, în Finlanda și în alte părți, însoțit de o remarcabilă glaciațiune. Altă eră, separată prin eliminare, înaintea acesteia, este așa numita Eră sau Grupă arhaică, în formațiunile căreia s'a putut recunoaște urmele unui *sistem laurențian*. Nu se poate, însă, afirma, nici că formațiunile acestei grupe sunt primele născute la suprafața pământului, nici că sistemul laurențian este primul orogen. Ținând, însă, seama de grosimea considerabilă a formațiunilor acestor grupe, — în America s'a evaluat grosimea Arhaicului la cel puțin 25.000 m, iar a Algonkianului la 22.000 m —, și mai ales de numeroasele discordanțe ce străbat formațiunile arhaice și algonkiene, care arată că de fapt au fost mai mult de două orogene, este foarte probabil că în aceste două mari diviziuni să fie cuprinse mai multe cicluri geologice, adică mai multe grupe, cam de ordinul celor următoare.

Dar oricare ar fi numărul lor, formațiunile pe care le atribuim Arhaicului și Algonkianului constituie nuclee sau scuturi rigide, în jurul cărora s'au alipit succesiv zone orogenice născute în geosinclinale, ce s'au deplasat în cursul evoluției geologice a pământului succesiv unul în fața celuilalt.

În Europa, scutul rigid, ce reprezintă nucleul geologic al continentului, este așa numitul *Scut baltic*, limitat actualmente la regiunea baltică cu jumătatea de est a Scandinaviei, Finlanda, Carelia și Kola. Însă acest scut se întindea spre sud până în regiunile noastre și până în colinele Donețului, iar spre răsărit până în Ural, constituind fundamentul marii unități structurale a Europei numită de STILLE, *Fenno-Sarmatia* (fig. 4). Aproape de jurîmprejur el era mărginit de geosinclinale, ce se fac cunoscute mai bine în era următoare (8, 10, 13).

Formațiunile primare se aștern discordant peste cele ale Scutului. În afară de regiunea azovo-podolică, ele îl acopăr azi dela sud spre nord, până în Golful Finlandic, lacurile Ladoga, Onega și Marea Albă, unde margina lor se desemnează ca o treaptă morfologică, ce constituie așa numita linie a Glin-tului. Pe când în geosinclinale aceste formațiuni au un caracter batial și sunt intens cutate, pe aria continentală, reprezentată prin tot întinsul Rusiei,

până în Ural, ele sunt orizontale și cu caracter neritic, constituind marea regiune tabulară cunoscută sub numele de *Platforma rusească*. La finele Silurianului geosinclinalul de vest ce se întindea dealungul Norvegiei prin Scoția și nordul Angliei până în Irlanda, se cutează și iese la suprafață sub forma orogenului caledonian, constituind *Paleo-Europa* lui STILLE; iar către finele erci, ia naștere *Meso-Europa* aceluiași autor, prin exondarea orogenului hercinic pe amplasamentul zonei geosinclinale ce ocupa centrul și sudul Europei.

Depozitele secundare sunt dispuse la rândul lor discordant pe cele primare, iar geosinclinalele ce se stabilesc în sudul Europei încă dela începutul acestei



Fig. 4. — Harta structurală a Europei (după H. STILLE)

ere, se suprapun în parte peste zone înecate ale sistemului hercinic, după cum acestea se suprapuseseră în oarecare măsură peste cele ale sistemului caledonian. La fel se așează și formațiunile terțiare față de precedentele. Insa pe când geosinclinalele secundare se localizează în sudul Europei, regiunile anterior cutate, împreună cu Scutul Baltic, adică Meso- și Paleo-Europa, împreună cu Fermo-Sarmatia, constituiesc aria continentală, care e numai în parte acoperită de mare, în genere, sub regim neritic.

Incepând dela finele Secundarului și în diferite reprize în timpul Terțiarului, se ridică orogenul alpin sau *Neo-Europa* lui STILLE.

Cu faza alpină se completează evoluția geologică a Europei, după ce s'a separat de restul continentului Nord Atlantic, care se restrânge la America de Nord și după ce configurația ei geografică înscrie succesiv anumite schimbări de detaliu, pentru a ajunge la contururile de azi.

Este de remarcat că deplasarea în mare a geosinclinalelor, în cursul diferitelor ere, așa cum se vede aci, se produce și în mic în timpul formării unei singure catene. În această privință Carpații orientali oferă un exemplu foarte instructiv, asupra căruia însă nu ne putem opri.

Evoluția celorlalte continente fiind asemănătoare cu cea a Europei, ne dispensează de a o înfățișa.

VIAȚA ÎN TRECUTUL PĂMÂNTULUI

Fiindcă scopul acestei serii de referate a fost acela de a evidenția legătura dintre fenomenul vital și evoluția materiei terestre, odată această evoluție schițată, nu s'ar putea să nu aruncăm o privire cât de fugitivă asupra etapelor pe care le-a străbătut viața în cursul erelor geologice, tocmai în vederea urmăririi acestei legături.

Asupra datei apariției vieții pe pământ nu avem nici cea mai mică indicație. În formațiunile Grupei arhaice, este adevărat că, urme organice indiscutabile nu se cunosc. Însă având în vedere că aceste formațiuni au fost intens metamorfozate și că, prin urmare, au suferit transformări, care au putut șterge orice urme de organisme pe care eventual le-ar fi conținut, nu se poate afirma, că viața n'ar fi existat, pe vremea când se depuneau acele formațiuni. Tot ce se poate spune, e că viața nu a putut apare, decât după ce temperatura la suprafața pământului s'a scoborât sub punctul de coagulare al albuminei.

Că e posibil, și chiar probabil, ca, în ceea ce numim noi Era arhaică, să fi existat viață, ne-o indică gradul înaintat de evoluție al organismelor trăitoare în vremea algonkiană. Resturile de Echinoderme, de Crustacee, de Viermi, de Moluște, etc., întâlnite în formațiunile algonkieni, indică existența unei faune variate și evolute, care presupune o lungă evoluție, ale cărei începuturi nu ne e oprit să presupunem că s'ar situa în Arhaic. În tot cazul, în vremea Algonkiană existau, prin urmare, Vertebrate superioare, existau plante în condiții prielnice de dezvoltare, dovadă, între altele, cunoscutul zăcămint de șungit de pe Scutul baltic. Însă, care era caracterul faunelor sau florelor din acea vreme, nu o putem ști. Urmele ce s'au păstrat sunt cu totul insuficiente pentru a ne putea face o idee în acest sens.

Odată cu Era primară resturile organice devin așa de abundente și așa de bine conservate, încât pot arăta cu destulă exactitate caracterele tuturor florelor și faunelor ce au populat uscatul și apele pământului până în zilele noastre (2, 3, 7, 14, 19). În afară de marile servicii ce le-au adus în reconsti-

tuirea diverselor ramuri ale arborelui filetic animal și vegetal, prin caracterele lor au arătat în adevăr corelațiunea strânsă ce există între fazele evolutive ale scoarței, așa cum le-am schițat anterior, și cele ale lumii organice. Așa că o clasificare a formațiunilor geologice pe baza organismelor ce le conțin, se suprapune în totul pe clasificarea stabilită pe criteriile arătate mai sus.

Astfel, Era primară, are caracterele ei proprii din punctul de vedere al vieții. În această eră, regnul vegetal, reprezentat la început numai prin Talofite, urmează o evoluție destul de rapidă, pentru ca la finele ei să apară și Phanerogamele. La finele Silurianului apar cele mai simple forme de adaptare a plantelor acvatice la viața terestră, reprezentate prin grupa Psilofitalelor, pentru ca în Devonianul superior să izbucnească o floră terestră întemeiată, iar în Carbonifer unele părți ale uscatului să fie acoperite de una din cele mai luxuriante flore ce s'au dezvoltat cândva pe fața pământului. Criptogamele vasculare, ajunse la apogeu în această perioadă, dau caracterul predominant al florei primare. Lumea animală cuprinde toate Nevertebratele împreună cu primele trei clase de Vertebrate, însă și unele și altele cu anumite caractere de primitivitate. În afară de apogeul unor grupe, cum sunt, bunăoară, Crinoidele, Brachiopodele, Nautiloideele și peștii Ganoizi și Dipneusti, fauna primară cuprinde un număr de grupe speciale acestei ere, ce nu se mai întâlnesc ulterior. În această categorie intră Graptoliții, unii Corali, unele Echinoderme, Gigantostreacele, Trilobiții și Peștii Placodermi. Trilobiții în special sunt așa de variați și așa de răspândiți în mările acestei ere, încât ea și-a atras și numele de *Era Trilobiților*.

Din cauza caracterului de vechime al lumii din vremea primară, față de cele din erele următoare, ea mai e numită și *Era paleozoică*, spre deosebire de *Era arheozoică*, *proterozoică* sau *ezoică*, sub care se înțelege era sau erele anterioare celei paleozoice.

Lumea din Era secundară se caracterizează, pe de o parte, prin absența acelor grupe ce au fost proprii erei precedente și prin regresiunea altora, iar pe de alta, prin aparițiunea de grupe nouă, cât și prin apogeul unora din cele ce s'au continuat din Era paleozoică. Așa, în regnul vegetal, pe când Criptogamele vasculare au intrat în evidentă regresiune, iar unele tipuri au și dispărut, se înregistrează dezvoltarea Phanerogamelor gimnosperme și chiar apariția Angiospermelor. În regnul animal, în timp ce Brachiopodele, Nautiloideele și Batracienele au dat sensibil înapoi, unele Echinoderme, unele Lamelibranchiate și mai ales Amonoideele și Reptilele se dezvoltă enorm. Mulțimea și marea varietate a acestor vertebrate, cu tipuri acomodate la condițiile de viață cele mai variate, a făcut ca Era secundară să fie socotită ca *Era Reptilelor*. Dar fauna secundară se caracterizează și prin apariția de grupe nouă, cum sunt Hexacoralii, Echinidele neregulate, Belemnii, Paserile și Mamiferele. La finele erei dispar unele grupe, cum sunt Amoniții, Belemnii, unele Lamelibranchiate și cele mai multe Reptile.

Prin caracterele lumii secundare, intermediare față de cele ale Erei primare și ale Erei terțiare, era aceasta și-a atras și numele de *Era mesozoică*.

În fine, lumea terțiară sau *cenozoică*, fiind cea mai apropiată de lumea actuală, are multe asemănări cu ea. Flora terțiară, bunăoară, caracterizată în special prin predominarea Phanerogamelor angiosperme, cuprinde toate grupele mari de azi, și nu există familie de plante terțiare, care să nu-și aibă reprezentanți în flora actuală. În afară de unele caractere negative, ce rezultă din cele semnalate la Secundar, în regnul animal este de remarcat izbucnirea bruscă a Numuliților, cari, din cauza abundenței lor, au dat numele unui sistem. Ca tipuri nouă, este de înscris apariția unor Echinizi neregulați, și mai ales apariția și marea dezvoltare a Mamiferelor placentare, care în Terțiar erau tot așa de variate și de răspândite, cum erau Reptilele în Secundar. De acolo și numele de *Eră a Mamiferelor* ce s'a dat Erei terțiare.

Era cvaternară, în afară de apariția omului, nu are niciun alt caracter paleontologic care s'o diferențieze de Era terțiară și să îndreptățească ridicarea ei la același grad cu erele precedente. Doar migrațiuni ale unor tipuri, din unele regiuni în altele, furnizează unele criterii paleontologice locale pentru caracterizarea ei.

Iată, prin urmare, foarte pe scurt, cam cum evoluiază viața în cursul istoriei pământului și cam cum se diferențiază erele după caracterele lor paleontologice.

Fără a intra în alte amănunte, care ne-ar cere timp, este de remarcat din cele arătate, pe de o parte dispariția bruscă a unor tipuri la finele unor ere, cum sunt Graptoliții, Tetracoralii, Triboliții în Paleozoic, Amoniții, Belemnii și unele Lamelibranchiate în Mesozoic, iar pe de alta apariția tot așa de bruscă a altor tipuri odată cu începutul erelor, ca Hexacoralii, Echinidele neregulate și Belemnii în Mesozoic, ori Numuliții în Cenozoic.

Acestea constituiesc una din categoriile de fapte care au condus pe CUVIER la imaginarea cunoscutei *ipoteze a cataclismelor*. În realitate, în afară de cazuri de stingeri pe cale firească, pe care de altfel se sprijină mai toată stratiografia de detaliu, cele mai multe dispariții stau în strânsă legătură cu regresivunile marine, după cum mai toate aparițiunile se datoresc transgresiunilor. Organismele din prima categorie au fost antrenate și duse din regiunile în care au trăit până atunci în altele, pe care nu le cunoaștem, și unde și-au putut urma evoluția mai departe, după cum cele ce au apărut în mod brusc, au fost aduse de transgresiuni din regiuni necunoscute nouă anterior, unde își urmasc până atunci evoluția lor firească. Acestea sunt așa numitele *tipuri criptogene* ale lui NEUMAYR.

În aceste condițiuni rezultă că, variațiunile în caracterele faunelor sunt datorite adesea migrațiunilor, care la rândul lor sunt determinate de mișcările mărilor, adică de transgresiuni și regresiuni. Așa că relațiunea strânsă și chiar

coincidența, ce există între subdiviziunile scoarței stabilite pe criterii stratigrafice și cele stabilite pe criterii paleontologice apare ca o relațiune dintre cauză și efect.

Acestea ar fi în linii cu totul generale raporturile dintre evoluția geologică și evoluția vieții, precum și măsura în care această din urmă a fost influențată în cursul timpurilor de cea dintâi.

VÂRSTA SCOARȚEI TERESTRE

În legătură cu stabilirea caracterelor și a succesiunii erelor geologice s'a pus chestiunea duratei lor și implicit chestiunea vârstei scoarței. Tentativele cele mai serioase de evaluare, de sigur, n'au lipsit, dar rezultatele la care s'a ajuns sunt profund îndoelnice. Și nici nu se putea altfel, din moment ce bazele dela care se poate porni în rezolvarea acestei chestiuni sunt cu totul aproximative, cu totul nesigure. Dar iată, în câteva cuvinte, căile ce s'au urmat și rezultatele obținute (2, 3, 6, 12).

O primă evaluare se sprijină pe ipoteza contracțiunii pământului, ca rezultat al pierderii de căldură ce a suferit-o în cursul evoluției lui. Or pe această ipoteză se sprijină, după cum spuneam, una din explicațiunile fenomenelor orogeneice. Considerând, prin urmare, că zonele cutate ar fi rezultatul acestei contracțiuni, ele ar permite evaluarea suprafeței inițiale a globului și ca atare a măsurii cu care s'a redus până azi.

Urmând această cale, s'a ajuns la concluzia că lungimea razei terestre ar fi scăzut în decursul evoluției geologice cam cu 51 km. Admițând că coeficientul de dilatație al pământului ar fi cam de aceeași valoare cu cel al unor anumite roce eruptive, rezultă că valoarea cu care s'a scurtat raza lui ar corespunde la o scădere de temperatură de ordinul a 300° C. Cum pe de altă parte, cantitatea de căldură pe care o pierde anual, se cunoaște, este lesne de dedus timpul în care a avut loc această scădere de temperatură, care ar exprima tocmai vârsta scoarței.

Însă rezultatele la care au condus diferitele calcule bazate pe această metodă sunt foarte îndepărtate și au variat după valoarea presupusă a coeficientului de dilatație. Astfel, unele au conchis la o vechime de numai 100 milioane de ani, pe când altele s'au ridicat la 2.000 de milioane.

Dar dacă contracțiunea nu este adevărata cauză a fenomenelor de cutare, atunci ce mai rămâne din această metodă?

O altă evaluare se bazează pe gradul de salinitate al mărilor, în ipoteza că inițial apele lor ar fi fost pure și că sărurile ce le conțin în soluțiune ar fi fost aduse ulterior, în cursul timpurilor, de apele curgătoare de pe uscat.

Cunoscându-se cantitatea de săruri conținută în apele mărilor și ale oceanelor și cunoscând și cantitatea sărurilor transportate anual de apele curgătoare, timpul cât le-a trebuit celor dintâi să ajungă la concentrațiunea

actuală e lesne de calculat. Pe această cale s'a ajuns a se atribui oceanelor o vechime nu mai mare de 150 milioane de ani.

Dar și această ipoteză se lovește de obiecțiuni grave. Mai întâi ea nu ține seama de o altă ipoteză, și anume de aceea că, în momentul când s'au precipitat primele ape din atmosfera primitivă, suprafața pământului trebuie să fi fost acoperită de o pătură groasă de sare, pe care a trebuit să o ia imediat în soluțiune; nu ține seama mai ales de faptul, că o bună parte din sărătura mărilor s'a depus în cursul epocelor geologice în lagune, pentru a forma atâtea zăcăminte de sare ascunse în scoarță; și în fine, nu ține seama de faptul că suprafața uscatului nu a putut fi întotdeauna egală cu cea de azi și că prin urmare nu putem fi siguri că apele curgătoare vărsau anual în mare aceeași cantitate de săruri ca azi.

O a treia evaluare se bazează pe grosimea medie a sedimentelor scoarței și pe vitesa actuală de sedimentare. Admițând că dela începutul Erei primare și până azi s'a format o grosime de strate, în mediu, cam de 100 km și că actualmente se sedimentează, tot în mediu, cam 7—10 cm pe secol, ar rezulta că aceste strate s'au depus în 100 de milioane de ani.

Este de observat și aci că evaluările de grosime și de viteză de sedimentare sunt foarte aproximative.

În fine o altă metodă se sprijină pe vitesa de desintegrare a elementelor radioactive, după care, din Arhaic până azi s'ar fi scurs, după unele calcule aproximativ 700 milioane de ani, după altele, mai puțin.

După cum se vede, cifrele căpătate, exprimate în ani, se înțelege de valoarea anului actual, sunt extrem de variate. Ceea ce ne arată lipsa de precizie a metodelor cu multiplele dificultăți ce stau în calea aplicării lor. Însă speranța într-o soluție satisfăcătoare nu trebuie pierdută, cu atât mai puțin cu cât probleme mult mai dificile și cu aparențe mult mai puțin solubile și-au găsit în cele din urmă deslegarea.

Totuși, pentru orientarea și pentru satisfacerea vremelnică a curiozității noastre, se ia ca vârstă maximă a scoarței cifra de 2 miliarde de ani, din care cam 1 miliard de când a apărut viața pe pământ. Din această cifră, cam 450 de milioane de ani ar reveni Primarului, cam 160 de milioane, Secundarului, 60 de milioane, Terțiarului, iar Cvaternarului, între 100 și 250 mii de ani.

Nu știu dacă, din cele arătate cu privire la structura scoarței, s'a desprins în mod suficient caracterul de ritmicitate, de repetare, al fenomenelor geologice. În adevăr, istoria geologică a pământului nu este, după cum spuneam, decât povestea acelorași fenomene, ce s'au desfășurat în mod ciclic și care nu au variat, după loc și timp, decât în intensitate și în extensitate.

Dacă astfel s'au petrecut lucrurile până acum, și dacă se menține același echilibru cosmic, nu avem niciun motiv să credem că de aci înainte ele se vor

petrece altfel. Căci dacă principiul actualismului s'a dovedit exact pentru trecut, nu vedem de ce nu și-ar găsi aplicația și în viitor.

Ca atare suntem în drept să presupunem că, cel puțin atât timp cât va dăinui energia solară, iar energia internă a pământului nu va slăbi, aceleași fenomene geologice se vor petrece la suprafață și în interiorul scoarței. Relieful actual de sigur se va șterge. Alpii, Caucazul, Himalaia, Anzii, vor fi reduși treptat la niște biete coline din ce în ce mai umile, pentru ca în cele din urmă să fie complet peneplenizați. În schimb, de undeva din fundurile cele mai adânci ale mărilor, din geosinclinalele de azi, ca cele de pe marginile Pacificului, ori din fundul Mediteranei, e de așteptat să se ridice alți munți. Pe măsură ce aceștia s'ar ridica apele din actualele abisuri vor fi împinse, parte în alte subsidențe ce ar naște înaintea lor, parte pe nouile peneplene. În tot cazul aspectul geografic s'ar schimba, așa cum s'a schimbat neîncetat din cele mai vechi timpuri, pe care le putem pătrunde.

Însă e tot așa de firesc să admitem că energia care întreține fenomenele geologice nu va dura la infinit. Mai de vreme sau mai târziu, forțamente va trebui să scadă și în cele din urmă să se stingă. Față de această scădere, este de asemenea de așteptat ca și aceste fenomene să piardă treptat din intensitate, până vor ajunge la punctul de a nu se mai putea produce. În aceste condițiuni este evident că evoluția geologică va degenera treptat, tinzând spre o stare de echilibru constant, spre un repaos care să nu mai fie turburat de nimic, spre moartea pământului.

Aceasta ar fi în cele din urmă soarta planetei noastre în ipoteza că evoluția ei n'ar fi împiedecată de nimic.

S'a întrevăzut însă că unele cauze interne sau externe ar putea face ca soarta ei finală să fie cu totul alta. Astfel, o cauză internă de distrugere ar fi, după unii, marea ei densitate, care ar expune-o la explozie în orice moment. Dacă, după o anumită ipoteză, sub o presiune excesivă elementele au tendința să se simplifice prin eliberarea energiei lor atomice, pământul, datorită presiunii ridicate din interior, ar putea exploda, s'ar putea prefăce în pulbere. O altă cauză internă ar fi o rezervă mare de substanțe radioactive, care l-ar expune la topire și, prin urmare, la o alternanță de viață stelară și viață planetară până la epuizarea acelei rezerve. În fine, printre cauzele externe s'a întrevăzut, fie un accident al soarelui, fie ciocnirea cu alte astre, care ar pune brusc capăt uneia din creațiile cele mai interesante ale Universului.

Dar acestea nu sunt decât simple bănueli, simple reverii științifice, care rămân în afară de cadrul acestui referat.

BIBLIOGRAPHIE

1. E. HAUG, *Les géosynclinaux et les aires continentales*. « Bull. Soc. Géol. Fr. » 3, XXVIII, Paris, 1900.
2. L. de LAUNAY, *La science géologique*. Paris, 1905.
3. — *L'Histoire de la terre*. Paris, 1906.
4. E. HAUG, *Traité de Géologie*. Paris, 1907—1911.
5. ST. MEUNIER, *L'Evolution des théories géologiques*. Paris, 1911.
6. EM. KAYSER, *Lehrbuch der Geologie*. Stuttgart, 1923.
7. L. JOLEAUD, *Eléments de Paléontologie*. I, II, Paris, 1923—1924.
8. H. STILLE, *Grundfragen der vergleichenden Tektonik*, Berlin, 1924.
9. P. TERMIER, *La joie de connaître*. Paris, 1925.
10. S. von BUBNOFF, *Geologie von Europa*. Berlin, 1926—1936.
11. R. STAUB, *Bewegungsmechanismus der Erde und seine Ursachen*. Berlin, 1928.
12. L. HOULLEVIGUE, *La vie du globe et la science moderne*. Paris, 1929.
13. P. FOURMARIER, *Principes de géologie*. Paris, 1933.
14. M. BOULE et J. PIVETEAU, *Les fossiles — Eléments de Paléontologie*. Paris, 1935.
15. M. GIGNOUX, *Géologie stratigraphique*. Paris, 1936.
16. H. CLOOS, *Einführung in die Geologie*. Berlin, 1936.
17. A. WEGENER, *La genèse des continents et des océans*. Paris, 1937.
18. R. de GIARD, *Contribution à la théorie des translations continentales*. « Ecl. Geol. Helvetiae », 31, 1, 1938.
19. L. MORET, *Manuel de Paléontologie animale*. Paris, 1940.
20. M. LUGEON, *Sur la formation des Alpes franco-suissees*. « C. R. Somm. Soc. Géol. Fr. », Paris, 1940.
21. — *Une hypothèse sur l'origine du Jura*. « Bull. Lab. Géol. Univ. Lausanne », Lausanne, 1941.

SUBSTAŢA VIE

de FR. RAINER

Natura acestei probleme cere, ca în expunerea noastră, foarte succintă, să punem, oareșcum, față în față, într'un prim capitol, o prezentare a fenomenului *viață*, iar într'un al doilea concepția cea mai acceptabilă, în situația de-acum a Științei, despre *structura substratului material* al aceluia fenomen.

I

FENOMENUL VIAȚĂ

Ca să ne apropiem pe cale rațională de acest fenomen, tot definiția lui funcțională propusă odinioară de anatomistul W. ROUX mi se pare cea mai nimerită. Iată-i trăsăturile esențiale:

Ce ne impresionează înainte de toate la corpurile din natură pe care le numim organisme, opunându-le astfel corpurilor neînsuflețite, — anorganice —, e faptul că ele se *mențin* un timp mai mult ori mai puțin îndelungat, cu toate că sunt sediul unor neconținute prefaceri și schimbări: se premenește fără încetare substanța lor, se preface energia care le străbate, se modifică forma lor, se reînnoiește chiar individualitatea lor, prin faptul succesiunii generațiilor. Ele se mențin și împotriva schimbărilor calitative ale ambianței, dacă aceste schimbări nu depășesc anumite limite. Și în mijlocul acestui vârtej complex de schimbări fiecare din ele se păstrează cu specificul său grație faptului că, prin acțiunea unor factori *intrinseci*, ce se transmit din generație în generație, el execută în chip specific funcțiunile fundamentale ale vieții, pe care le are în comun cu celelalte ființe.

Funcțiunile acestea fundamentale Roux le precizează în chipul următor:

a) Funcțiuni având ca rost direct păstrarea ființei: uzura substanței vii, urmată de darea afară din organism a substanțelor de uzură; ingestia de substanță nouă și asimilarea ei, chimică și morfologică; mobilitatea; reflexele.

b) Funcțiuni de sporire a ființei: creșterea; diviziunea celulelor cu transmiterea mai departe a caracterelor lor ereditare.

c) Desvoltarea organismului care începe cu o celulă și îmbracă succesiv forme mai mult ori mai puțin numeroase până s'ajungă la forma lui deplină.

Ca să desăvârșească caracterizarea substanței vii, ROUX mai adaogă, drept esențială, o însușire fundamentală a ei, pe care o numește *autoregulație*, care se manifestă ori de câte ori îmbinarea proceselor vieții e tulburată, fie

mult, fie puțin. Atunci, tulburarea funcțională ca singură, în chip automat, pune în joc activitatea organică necesară pentru combaterea ei. Astfel intră în categoria autoregulațiunii *adaptarea* la schimbarea condițiilor interne și externe ale existenței.

Aceasta-i definiția funcțională, elaborată de Roux, a fenomenului viață. Cu toată sobrietatea ei, ea lasă să se întrevadă complexitatea lui. Aceasta ar trebui simțită cât mai adânc, pentru ca studiul substratului ei material să-și dobândească tot interesul. Dar pentru aceasta ar fi nevoie de exemple concrete numeroase. Mă restrâng la unul singur, luat din domeniul autoregulațiunilor, cel mai

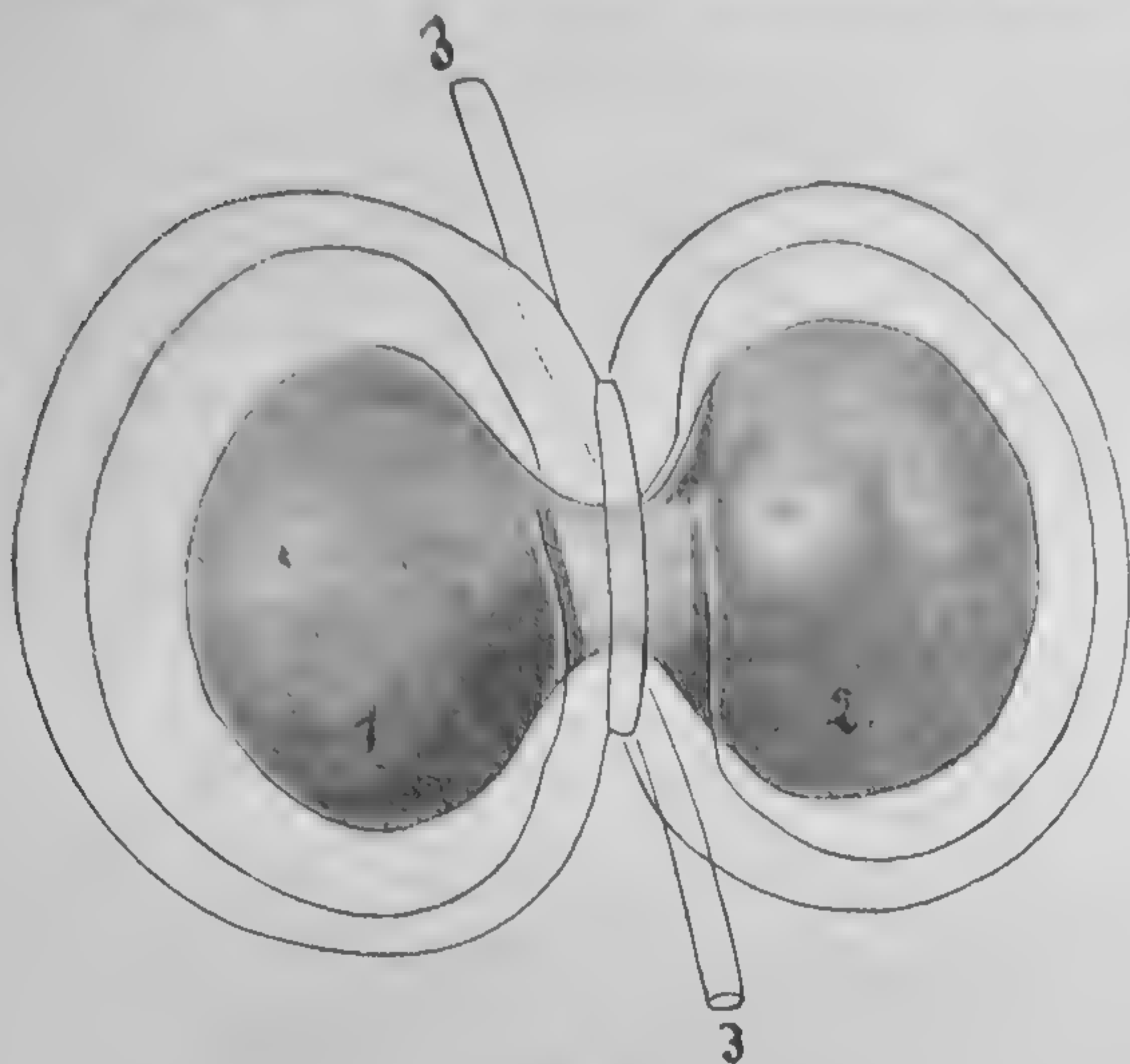


Fig. 1.

impresionant, de sigur, din acest domeniu. E vorba de un fapt experimental, care s'a inserat în mod logic în evoluția biologiei teoretice și experimentale, — a fost chiar punctul de plecare pentru o filosofie biologică vitalistă. Figurile 1—4 îl înfățișază.

Figura 1 ne arată dispozitivul experimental: Un ou de triton — un amfibiu urodel — ce se află în curs de dezvoltare și anume în faza în care ovulul fecundat s'a desfăcut în două celule (1, 2) așezate înăuntrul învelișului oului, e supus curmării cu ajutorul unui laț, făcut dintr'un fir de păr (3). Curmarea se face în așa fel, încât cele două celule-fiice să fie despărțite una de alta fie complet, fie incomplet. Această operație nu împiedică procesul dezvoltării. El continuă. Dar cu ce rezultat? Rezultatul atârână *) de adâncimea curmăturii. Dacă ea a mers până acolo încât cele două celule-fiice au ajuns independente



Fig. 2.

*) în afară de o altă condiție determinată.

una de alta, atunci din fiecare dintr'însele se dezvoltă câte un triton întreg, având proporțiuni normale dar numai jumătate din mărimea obișnuită a tritonului. Fig. 3 și fig. 2, înfățișază, cea dintâi un stadiu mai timpuriu, cea de-al doilea un stadiu mai înaintat, de dezvoltare a celor doi tritoni, dezvoltati fiecare din jumătatea materialului pe care-l conținea ovulul.

Sunt doi gemeni ieșiți, pe cale experimentală, dintr'un singur ovul. Acest fenomen, producerea a două ori chiar mai mulți embrioni dintr'un singur ovul, natura îl realizează în mod spontan, uneori chiar și în speța umană. La unele specii, de nevertebrate ori de vertebrate, aceasta îi e chiar o procedare constantă.

Dacă prin dispozitivul experimental pe care-l înfățișază fig. 1, nu s'a obținut izolarea celor două celule-fice una de alta, atunci dezvoltarea mai departe produce așa ziși monștri dubli, duplicări incomplete, cu înfățișări variabile atârând de situația și întinderea suprafeței de contact a celor 2 celule. Fig. 4 reprezintă o « duplicitas cruciata ».

Așa dar, fiecare din cele două celule în care ovulul fecundat s'a desfăcut prin prima diviziune a sa posedă facultatea de a da un organism întreg. Dar în mersul normal al lucrurilor această facultate rămâne virtuală. În mersul

normal al lucrurilor fiecare din cele două celule va da o jumătate de organism. Dar dacă din vreo cauză determinată, care poate fi de variată natură, colaborarea dintre cele două celule-surori se desface și rămâne fiecare la puterile ei, atunci are loc procesul de autoregulație și ies la iveală facultăți nebănuite. O experimentație bogată pe alte orga-



Fig. 4.

nisme a dovedit că la unele specii și celule din generații embrionare ulterioare tot mai păstrează în întregime această facultate de a da fiecare un organism întreg, atunci când e izolată de congenerale sale. Ea e redusă treptat în măsura specializării pe care o suferă celulele în decursul

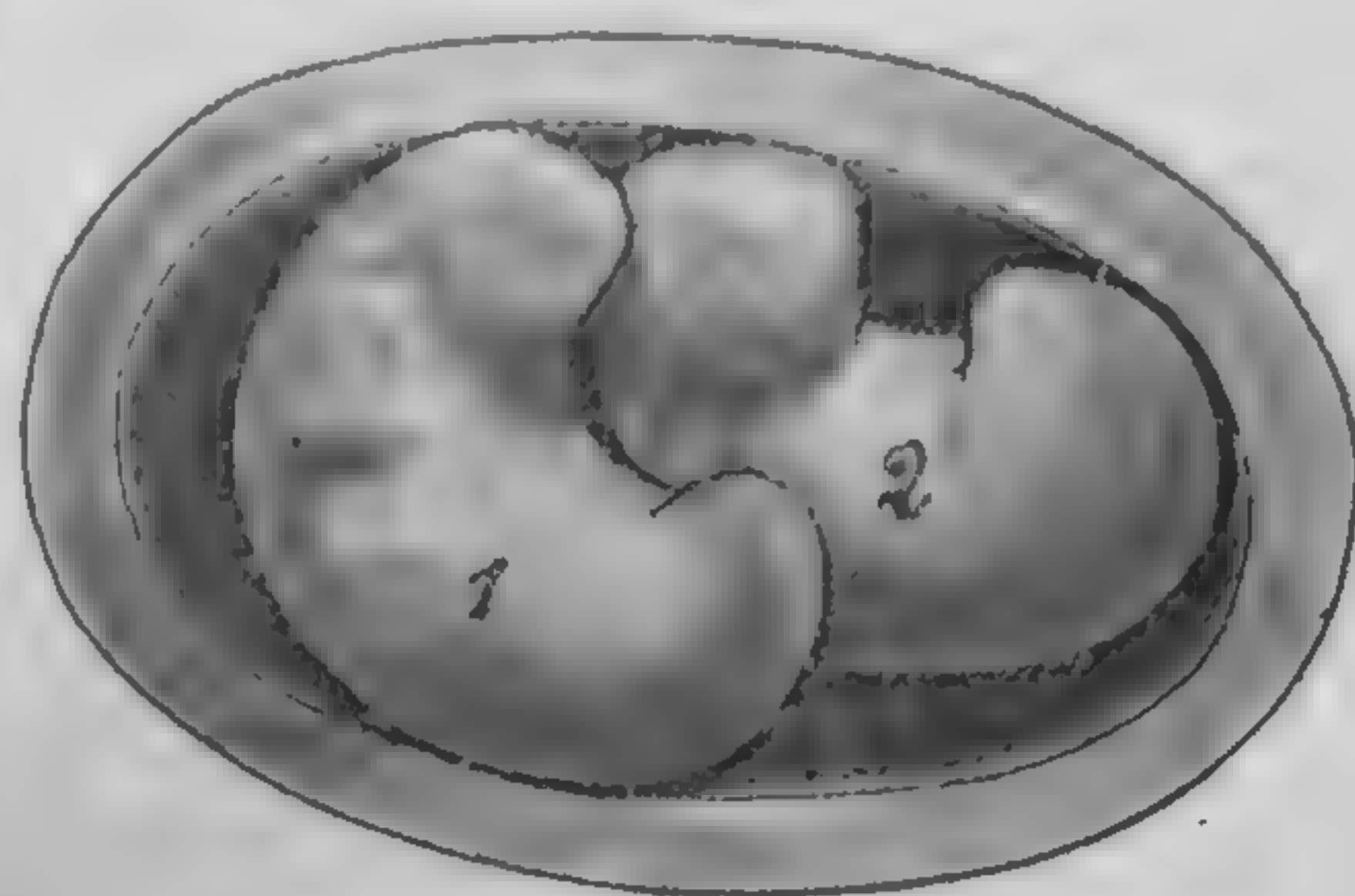


Fig. 3.

desvoltării organismului. O întreagă școală experimentală urmărește *frânarea* treptată a acestei facultăți în decursul desvoltării, datorită specializării treptate. Căci tot mai mult temei a dobândit ideea că de *frânare* e vorba, iar nu de nimicirea acestei facultăți. Mai ales faptele scoase la lumină de studiile făcute asupra substratului material al eredității sprijină mult această idee. Analiza microscopică a celulei a arătat că rolul cel mai incontestabil la transmiterea însușirilor ereditare îl joacă anumite formațiuni din nucleul celulei, cromosomele. Ele apar limpede în timpul procesului de diviziune a celulei, numit mitoză, așa încât li se poate stabili numărul și forma. Numărul acesta și formele cromosomelor sunt tipice pentru fiecare speță de organisme. Procesul de diviziune prin mitoză al celulei

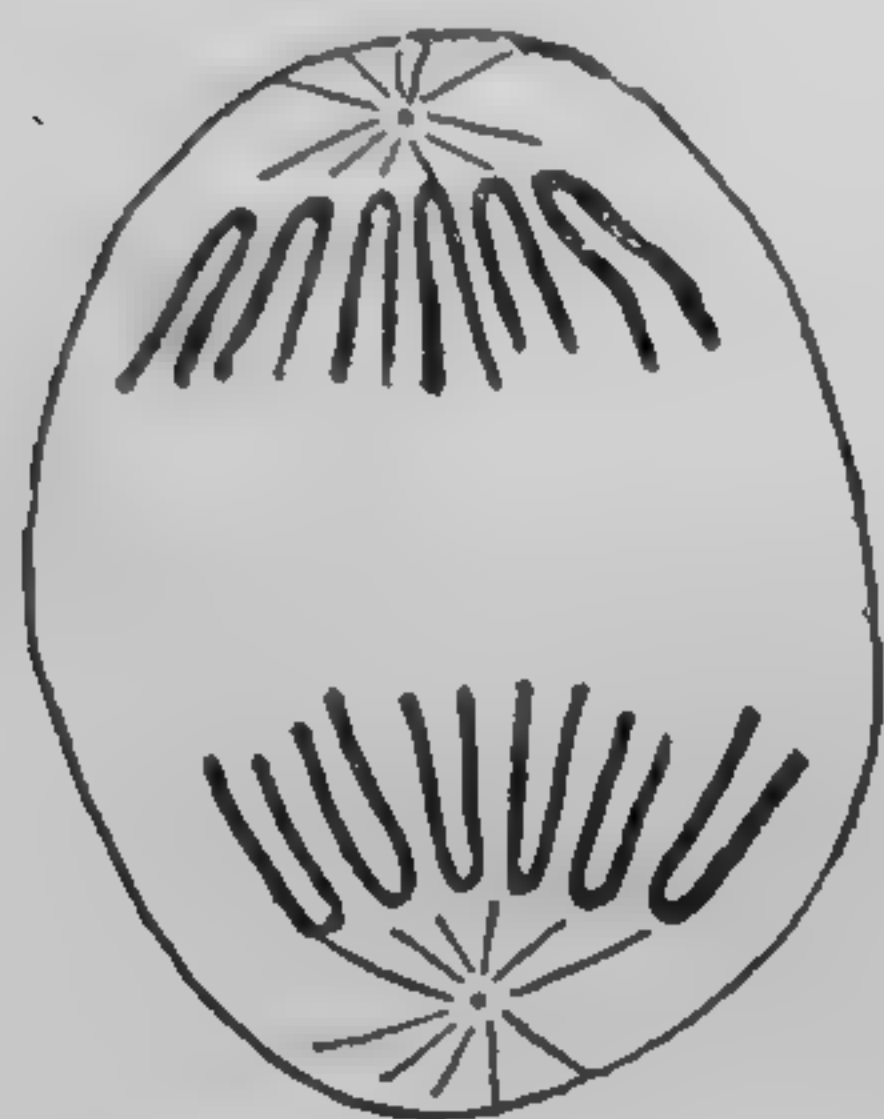


Fig. 5.

împarte fiecare cromosom în lungul lui în jumătăți echivalente, așa încât fiecare celulă să primească, în mersul normal al lucrurilor, o zestre ereditară echivalentă. Și această zestre provine, în ultimă analiză jumătate dela un părinte, jumătate dela celălalt, așa cum s'au întrunit în ovul prin actul fecundației. Și începând de acolo, prin diviziunile succesive ale celulelor în cursul desvoltării, această zestre s'a transmis tuturor celulelor organismului, în care fiecare act de mitoză îi învederează existența ochilor noștri. Fig. 5, schematică, arată o celulă, în care actul mitozei e pe sfârșite. Cromosomele s'au împărțit fiecare în două chromosome-fice, având fiecare o formă de fundă și îndreptându-se cu creștetul fundei spre alt pol al celulei. În planul equatorial al celulei va apare o curmătură, care adâncindu-se, va duce la despărțirea ei în 2 celule-fice, având fiecare același număr de chromosome.

În aceste chromosome rezidă factorii ereditari studiați de știința eredității experimentale, așa-ziii «gheni», înșirați linear în lungul cromosomului, fiecare în locul lui determinat, fiecare cromosom posedând «ghenii» lui speciali. De materialitatea acestor «gheni» azi nu se mai îndoiește aproape nimeni. Natura lor e în centrul interesului. Pare că e vorba de molecule mari, ale căror dimensiuni și a căror așezare în cadrul structurii substanței vii pot fi întrevăzute. Ei joacă, după părerea celor mai mulți, rolul cel mai mare în diriguirea activității substanței vii și prin aceasta ar imprima un caracter specific manifestărilor ei.

Iar faptul că celulele organismului posedă zestrea cromosomică întreagă, cum s'a putut dovedi într'un număr de cazuri, sugerează ideea că ele posedă și toate potențialitățile inerente acestei zestre, dar frânate prin specializarea celulelor, cum am spus-o mai sus.

II

STRUCTURA SUBSTANȚEI VII

Ce reacăm concret oferă gândirii preocupate de fenomenele biologice studiul material al substanței vii?

Studiul microscopic al morfologiei celulei, cultivat tot mai intensiv de un veac încoace, a dat bazele biologiei moderne, pure și aplicate. Ea n'ar fi existat fără acest studiu. E cu neputință să intrăm în amănuntele sale, și, pentru scopul nostru, ar fi și fără folos. Căci, dacă el ne-a dat topografia și înfățișarea în toate fazele funcționale ale organelor celulei, ale laboratoarelor principale dintr'însa — fig. 6, luată din ediția cea mai recentă a unui foarte răspândit

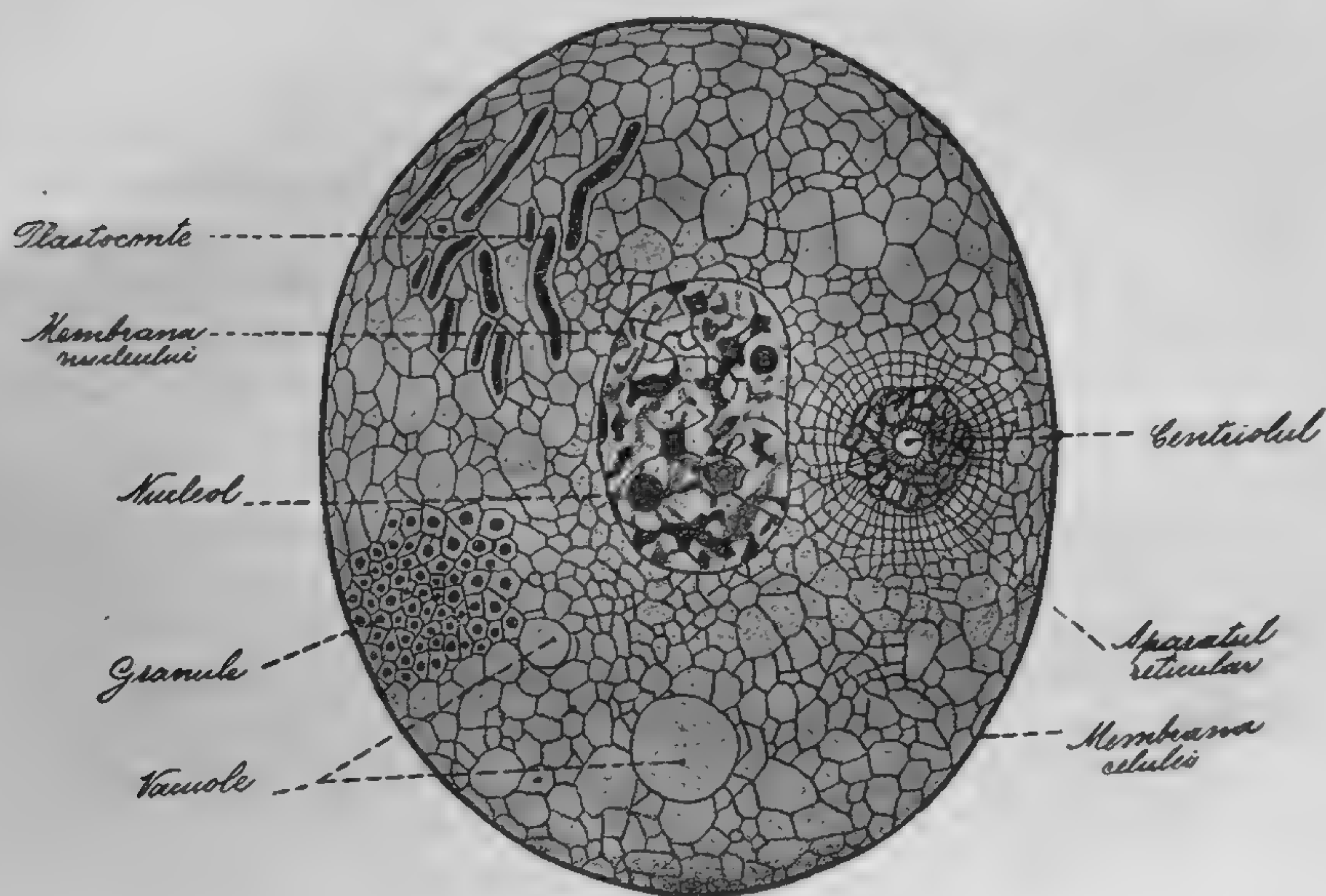


Fig. 6.

tratat de anatomie ne ilustrează întru câtva această aserție — dacă astfel, ne-a dat, după expresia lui FREY-WYSSLING, pe care-l vom urma de aproape în expunerea din acest capitol, *anatomia* celulei, *histologia* ei e de-abia la începuturile ei, ea fiind de ordine infra-microscopică. Pentru acest domeniu, infra-microscopic, azi există trei mijloace de explorare. Unul e direct, microscopul electronic. Până azi el n'a dat încă rezultate notabile în ce privește structura substanței vii. Celelalte două sunt indirecte și lor li se datorează datele ce pot fi folosite azi în acea direcție. Unul e examenul microscopic cu ajutorul luminii polarizate, celalt din acestea e röntgenometria. Primul, folosindu-se de diferitele tipuri de birefrință ce au fost descoperite până

azi, stabilește deosebiri ce există între formele din domeniul submicroscopic, forme de trepte diferite. Al doilea procedeu poate stabili topografiile atomilor și distanțele absolute dintre ei. Dar amândouă metodele, ca să poată fi aplicate, cer ca materialul pe care ele îl cercetează să aibe o structură regulată, orientată în măsură mai mare ori mai mică. Dar o asemenea structură orientată nu este o caracteristică a substanței vii tipice. De aceea, rezultatele acestor metode au fost dobândite, până acum, în esență studiindu-se anumite *derivate ale substanței vii*, între care un rol preponderant l-au jucat formațiile fibrilare, cum sunt fibrila conjunctivă, fibrila elastică, miofibrila. Rezultatele obținute se întăresc reciproc. Și această înrudire structurală are o deosebită importanță în cazul fibrei conjunctive și al miofibrelei. Căci dacă cea dintâi nu e sigur că e vie, în orice caz nu i se poate atribui decât o viață redusă, dimpotrivă fibrei musculare cu greu îi va contesta cineva însușirile vitale. Și totuși analiza structurală a arătat o adâncă înrudire între amândouă. Și datele câștigate au putut sluji la edificarea unei scheme a structurii substanței vii, care a fost primită cu simpatie de lumea competentă.

Dar faptul, fără de care această schemă, datorită lui FREY-WYSSLING, n'ar fi putut fi concepută, e dezvoltarea noțiunii de macromoleculă, dezvoltare datorită mai ales lui STAUDINGER. Macromoleculele conțin un număr de atomi care merg dela 10^3 — 10^9 , adică dela o mie până la un miliard de atomi. Au însușiri fizicale care lipsesc moleculelor mici. Astfel, cele solubile dau soluții coloidale. Și starea coloidală e caracteristică substanței vii și de o importanță fundamentală în manifestările ei. Mai departe: la macromolecule, forma moleculei influențează în grad mult mai mare, ca la moleculele mici, însușirile fizicale ale moleculei. Mărimea macromoleculelor are ca urmare posibilitatea de a da un număr imens de izomere.

După forma lor, macromoleculele se împart în *sferoidale* și *filamentare*. Dar există și tranziții.

Această împărțire după formă are o mare importanță când studiem macromoleculele în substanța vie, unde, fiind vorba de coloide, se pot întrebuința și termenii de *sferocoloide* și *coloide lineare*. Cele dintâi sunt, în general, materiale de rezervă. Cele de-al doilea, *coloidele lineare*, sunt designate să servească drept elemente ale structurii vii. În speță e vorba de lanțurile de polipeptide.

Iată elementele pe care le folosește FREY-WYSSLING pentru edificarea schemei sale:

Un polipeptid rezultă din încatenarea unui număr variabil, dar foarte mare de amino-acizi, variați și ei. Fig. 7 ilustrează lucrul. 7a arată o formulă simplă de aminoacid. 7b arată încatenarea a 2 aminoacizi, prin eliminarea unei molecule de apă. Se succedează grupele elementare, constitutive ale aminoacizilor într'o ordine regulată, monotonă. 7c cu încatenarea a trei aminoacizi o arată și mai bine. « Coloana aceasta vertebrală » a lanțului, groasă obișnuit

de 4,5 Å apare, astfel, oricât de lungă ar fi, de o monotonie impresionantă, mai mult ca un element scheletic. Lanțul e constituit în zigzag. Distanța dintre două grupe identice — RCH - CHR — studiată în derivatele fibrilare ale citoplasmei variază în limite înguste. Mai adeseori sunt egale cu 3,5 Å. La fibrila conjunctivă sunt de 2,8 Å.

Reagibilitatea structurilor nu aparține decât într'o măsură foarte redusă acestor lanțuri principale. Viața chimică a substanței vii e suportată, în primul rând, de lanțurile laterale R, și anume mai presus de toate de grupele lor terminale libere. Aceste grupe terminale pot avea caracterele cele mai variate și prin aceasta se explică rolul lor mai mare în vârtejul vieții chimice din protoplasmă. Dar ele de multe ori nu rămân libere ci se unesc cu lanțurile laterale ale catenelor vecine. Aceasta e de altminteri o însușire caracteristică a coloidelor lineare. Și prin aceasta constituie textura substanței vii. Punctile de legătură astfel formate sunt de o rezistență variată. Unele (fig. 8, I) sunt formate

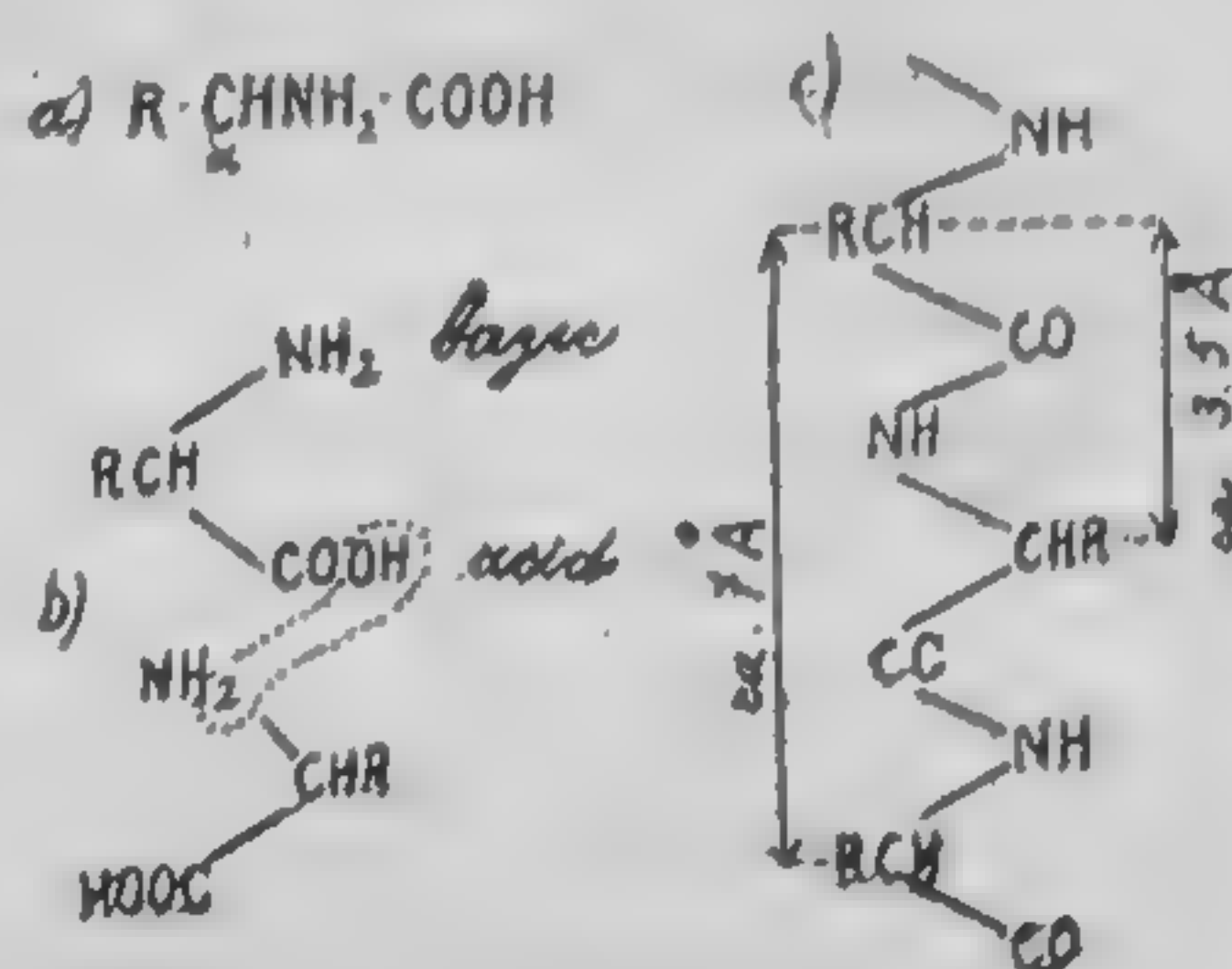


Fig. 7.

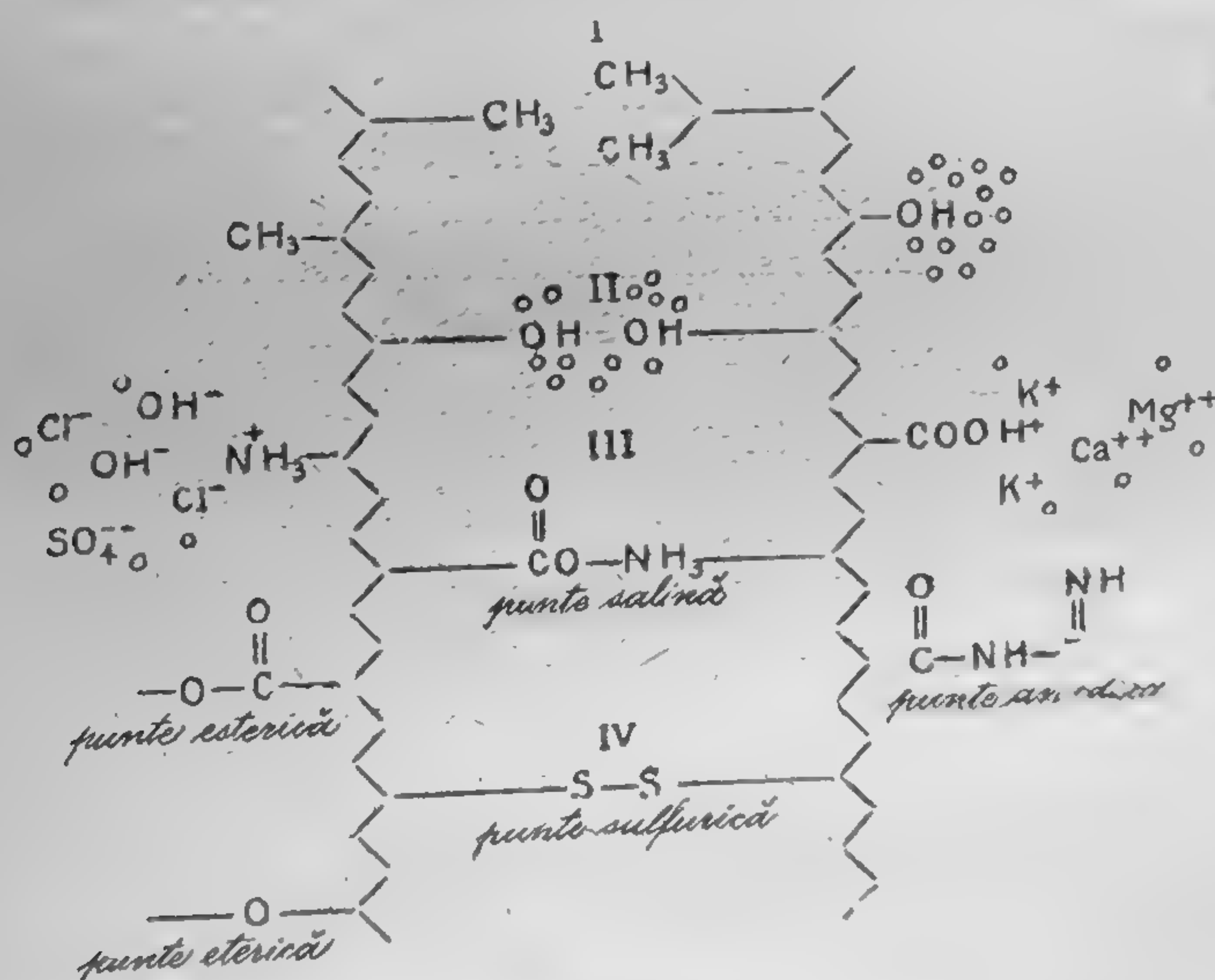


Fig. 8.

prin grupe lipofile: cedează la o urcare de temperatură în limitele fiziologice (legături homeopolare de coeziune). Altele (8, II) sunt legături de coeziune heteropolare, sunt datorite unor momente dipolare, de aceea se și adună acolo

moleculele de apă, (figurate prin cerculețe) și tăria legăturii va atârna de numărul moleculelor de apă. De aceea această categorie de legături e sensibilă la factorii care produc imbibitiția protoplasmei. În 8, III e figurată o legătură de valență heteropolară. Tăria ei e influențată de numărul ionilor de hidrogen din citoplasmă. În sfârșit, tipul de legătură figurat în 8, IV e sub influența potențialului redox. Obținem astfel un substrat mai concret pentru urmărirea jocului factorilor chimici și fizico-chimici în protoplasmă. Substrat pe care autorul schemei îl caracteriză astfel: O textură filamentară din elemente extrem de fine, a căror ordine de mărime corespunde grosimii moleculare a unei singure catene polipeptidice. Catenele sunt în zigzag și ramificate periodic. Lanțurile laterale, prin « puncte de aderență » de, natură variată, intră în raport unele cu altele. Astfel se naște o textură moleculară extrem de fină, o rețea în trei dimensiuni. În ochiurile rețelei se află substanțele interstițiale: Apă, conținând în soluție săruri, iar pe de altă parte lipoide (inclusiv fosfatidele și sterinele). Dar toate acestea nu se află distribuite fără regulă, ci se îngrămădesc în jurul grupelor lipofile și hidrofile ale texturii polipeptidice, întru cât aceste grupe nu sunt saturate prin formarea de punți.

Sub raportul morfologiei microscopice, sunt interesante următoarele însușiri tipice ale catenelor de polipeptide:

1. Tendința lor generală de a se înmănunchea în chip de cordoane fibroase.
2. Facultatea lor de contracție foarte răspândită.

Tot ce dă minții această concepție, e, doar, puțința de a lega fenomenele materiale de ordine foarte generală, care se petrec în sânul protoplasmei, de o construcție mai definită. E un ajutor dat gândirii concrete în această privință. Altă concepție, care să dea mai mult, nu există deocamdată. *Autonomia* vieții rămâne inaccesibilă înțelegerii noastre.

BIBLIOGRAPHIE

1. W. ROUX, *Gesammelte Abhandlungen über Entwicklungsmechanik der Organismen.*
2. H. SCHRÖDINGER, *Organische Kolloidchemie.*
3. A. FREY-WYSSLING, *Submikroskopische Morphologie des Protoplasmas und seiner Derivate.*
4. H. SPEMANN, *Experimentelle Beiträge zu einer Theorie der Entwicklung.*

CIRCUITUL MATERIEI COMANDAT
DE VIAȚĂ

de E. ANGELESCU

INTRODUCERE

CARACTERUL DE TRANSFORMATOR DE ENERGIE AL CELULELOR VII

Colegul I. ATANASIU a arătat că viața, privită ca fenomen geologic, apare ca un agent creator de centre care se găsesc în stare de tensiune cu mediul înconjurător. Această stare de tensiune trebuie înțeleasă în modul următor:

Sistemul fizico-chimic care reprezintă mediul în care se desfășoară viața ar evolua, în absența ei, spre echilibrul termodinamic; sub acțiunea vieții, evoluția aceasta fatală este întârziată. Aceasta nu înseamnă că fenomenele fizico-chimice care se produc în legătură cu viața nu sunt supuse legilor termodinamice, ci înseamnă numai că o parte din energia liberă a mediului, care s'ar risipi sub formă de căldură, este acumulată în anumite centre care constituiesc celulele vii. Când viața a încetat, evoluția sistemului fizico-chimic își reia cursul său fatal.

Celula vie poate fi considerată și ea ca un sistem fizico-chimic însă acest sistem nu poate fi izolat de mediul înconjurător. Menținerea activității ei necesită un schimb permanent de materie și de energie cu mediul. Nu se poate opri niciun moment acest schimb fără a periclita existența însăși a celulei. Chiar în cazul când celula ia forma de durată, schimbul persistă, dar evident mult mai puțin intens.

Intr'un sistem animat, nu se poate ajunge la o stare de echilibru termodinamic, ci numai la o stare dinamică mai mult sau mai puțin staționară. Această stare este menținută prin fluxul și refluxul proceselor chimice care imprimă celulei o stabilitate asemănătoare până la un punct cu o stare de echilibru.

S'ar putea da următoarea imagine grosolană pentru a concretiza caracterul dinamic din celula vie: Un izvor curge repede pe coasta unui munte. Energia lui potențială descrește dealungul pantei. Intr'un anumit punct în drumul izvorului, săpăm o groapă și facem un stăvilar. Se formează un lac. Se poate spune foarte bine că între apa din lac și mediul înconjurător se creează o stare de tensiune.

Nivelul apei din lac se ridică până la stăvilar dar apa se găsește într'o stare dinamică, deoarece pierderile de apă prin evaporare sau prin scurgere la vale

sunt acoperite de apa primită din munte. Un examen atent ne-ar permite să distingem oarecare variațiuni ale nivelului apei, variațiuni care depind de fluxul de apă venită din munte, de condițiunile care activează evaporarea, etc. Atâta vreme cât lacul își păstrează individualitatea, cu toate fluctuațiunile acestea, apa conținută în el reprezintă o rezervă de energie, care la nevoie poate fi utilizată pentru executarea unui lucru mecanic.

Dacă se ridică stăvilarul, toată rezerva de energie se cheltuiește la scurgerea apei la vale și izvorul își reia mersul său fatal.

Celula vie, care își trage toată rezerva de energie din mediu, atâta vreme cât trăiește, își păstrează o stare de echilibru aparent, prin circulația continuă de materie. Când viața încetează, rezerva de energie se risipește și evoluția mediului în care s'a desfășurat viața își reia cursul său.

I. COMPOZIȚIA CHIMICĂ A MATERIEI VII

Constituția elementară a substanței vii, în diferitele aspecte sub care se poate prezenta (microorganisme, plante și animale), arată o răspândire a elementelor cu totul alta decât cea din litosferă, cel puțin pentru unele elemente.

Iată, după BERTRAND, compoziția elementară mijlocie a unui om adult alături de aceea a lucernei la înflorire:

Elemente	Om: la 100 g de substanță uscată	Lucernă: la 100 g de substanță uscată
Carbon	48,43	45,37
Oxigen	23,70	41,04
Azot	12,85	3,30
Hidrogen	6,60	5,54
Calciu	3,45	2,31
Sulf	1,60	0,44
Fosfor	1,58	0,28
Sodiu	0,65	0,16
Potasiu	0,55	0,91
Clor	0,45	0,28
Magneziu	0,10	0,33
Total	99,96	99,96

În ceea ce privește compoziția elementară a microorganismelor este greu de dat o valoare mijlocie, deoarece compoziția variază foarte mult cu natura microorganismului și cu condițiunile de cultură. Iată totuși după BUCHANAN și FULMER câteva rezultate:

Procentul de carbon variază între 45 și 55% din substanța uscată.

Azotul variază în limite mai largi:

între 2 și 15% pentru bacterii.

între 4,6 și 15% pentru drojdii,

între 2,2 și 8,2% pentru mușegaiuri.

Cantitatea de elemente minerale (cenușa) variază de asemeni foarte mult:

între 2 și 30% pentru bacterii,

între 3,8 și 7% pentru drojdii,

între 6 și 12,2% pentru mușegaiuri.

Analizele de cenușe făcute au arătat un procent ridicat de fosfor pentru toate categoriile de microorganisme. Potasiul este foarte ridicat în drojdii. În cenușe se mai găsește sodiu, magneziu, calciu, clor și, la unele, siliciu și fer.

Examinând comparativ rezultatele obținute, constatăm că majoritatea substanței vii este *constituită din 11 elemente care însumează și câteodată depășesc 99,95 % din substanța uscată*. Ținând seamă de importanța lor cantitativă aceste 11 elemente pot fi considerate ca elemente plastice (BERTRAND).

Comparând aceste rezultate cantitative cu cele obținute în estimățiunile făcute asupra compoziției litosferei se desprind câteva constatări interesante:

Elementul central al vieții, carbonul, se găsește în foarte mică proporție în litosferă, având un caracter diluat și dispers. Toate aglomerările lui pe pământ, sub formă de cărbuni, bitumine și calcare sunt datorite tot numai activității vitale.

În afară de oxigen a cărui importanță cantitativă este tot atât de mare în constituția scoarței ca și în aceea a tuturor ființelor vii, numai cationii Na, K, Mg și Ca se găsesc în ființele vii în proporții comparabile cu cele din litosferă. Cu totul altul este cazul celorlalte elemente Cl, H, P, S și N care în litosferă se găsesc în proporții foarte reduse. Dintre acestea însă trebuie să menționăm că hidrogenul se găsește suficient în apă, iar azotul în atmosferă. Dar azotul elementar nu poate fi utilizat direct de organismele vii cu excepția câtorva specii de microorganisme.

Viața apare deci ca un factor de selectivitate și de concentrațiune pentru unele dintre elementele care intră într-o foarte redusă proporție în constituția litosferei.

Această preferință a vieții pentru anumite elemente poate fi înțeleasă dacă examinăm proprietățile fizico-chimice ale acestora în legătură cu locul pe care îl ocupă în sistemul periodic.

Între cele 11 elemente distingem un element central, carbonul, cu caracter electric neutru, 5 elemente electropozitive (H, Na, K, Mg, Ca) și 5 elemente electronegative (O, N, P, S, Cl).

Carbonul se găsește în coloana IV-a a sistemului. Din caracterul electric neutru al carbonului, rezultă câteva proprietăți de mare importanță din punct de vedere biochimic:

El se pretează la formarea de combinațiuni cu greutate moleculară mare în care intră un mare număr de atomi de carbon, ceea ce nu se poate întâmpla cu elemente cu caracter electric marcat, pozitiv sau negativ, din cauza repulsiunilor electrostatice.

Carbonul se poate combina atât cu elemente electronegative cât și cu elemente electropozitive (hidrogenul) acestea păstrându-și, până la un punct, proprietățile lor.

Între atomii moleculelor organice, intervin în general valențe de natură homeopolară și din această cauză reacțiunile combinațiunilor carbonului se fac după un alt mecanism decât al combinațiunilor celorlalte elemente și anume, moleculele se rup în anumite puncte, apar radicali liberi, care se rearanjează pentru a forma molecule noi. Din această cauză reacțiunile sunt lente, nu sunt instantanee ca reacțiunile între ioni și, înainte de a se ajunge la starea finală, se trece prin diverși produși intermediari, eliberându-se treptat și progresiv energia lor chimică. Această evoluție lentă și prin etape spre starea de echilibru este de mare importanță pentru economia energetică, deoarece este mai mică probabilitatea ca energia să fie risipită în mediu sub formă de căldură. Viața nu este compatibilă cu reacțiunile violente, care pun deodată în libertate cantități mari de energie; starea staționară care caracterizează viața cere viteze mici de reacțiune și eliberări de energie care să nu aibe caracter explosiv.

Tot în coloana IV-a a sistemului periodic se găsește siliciul care are proprietăți destul de apropiate de ale carbonului, totuși, deși se găsește așa de răspândit în litosferă, nu joacă în viață decât un rol cu totul special și numai pentru anumite viețuitoare. Rolul jucat de siliciu în structura scoarței pământului poate fi înțeles dacă ținem seama că și el, ca și carbonul, poate da combinațiuni cu greutate moleculară mare în care intră un număr mare de atomi. Totuși între carbon și siliciu rămâne o deosebire fundamentală: combinațiunile siliciului cu hidrogenul sunt foarte puțin stabile în condițiunile de presiune și de temperatură ale planetei noastre. Din această cauză, el nu poate constitui rezerva stabilă de energie chimică de care are nevoie viața. În condițiunile planetei noastre, viața cu siliciu ca element central nu este posibilă.

În coloana IV-a, mai sunt și alte elemente, dar cu creșterea greutății atomice apare sau se accentuează caracterul electropozitiv al elementelor. Deosebirea dintre carbon și siliciu trebuie atribuită acestei variațiuni în funcțiune de greutatea atomică care se observă, după cum se știe, în fiecare coloană a sistemului lui Mendelejeff.

Hidrogenul și oxigenul, constituenții apei, care joacă un mare rol în desfășurarea vieții, sunt elementele care pot face schimbul de energie prin reducere și oxidare. Asupra lor vom reveni la studiul rezervei de energie electrochimică.

Elementele electronegative care intră în constituția materiei vii prezintă de asemeni câteva proprietăți fizico-chimice interesante din punct de vedere biochimic:

Clorul dă un anion monovalent cu valență neschimbătoare. Acidul clorhidric este un acid puternic disociat putând realiza în soluție o mare concentrație în ioni hidrogen. Din cauza solubilității mari a mai tuturor clorurilor, el joacă un rol important în lichidele din celule pentru menținerea presiunii osmotice.

Sulful poate prezenta combinațiuni cu diferite grade de oxidare. Dintre acestea, cele care interesează mai mult din punct de vedere biochimic sunt cele corespunzătoare sulfului bi și hexavalent. În SH_2 găsim un acid foarte slab care se poate oxida ușor, conducând la sulf liber sau la acid sulfuric. Dela hidrogenul sulfurat derivă funcțiunea organică $-\text{SH}$, tiol, de mare importanță biologică deoarece se poate oxida ușor conducând la o disulfură. Rolul glutationului, atât de răspândit în organismele vii, este datorit posibilității de oxidare și reducere ușoară a acestei funcțiuni.

În acidul sulfuric, sulful prezintă un grad de oxidare superior. Acesta este un acid bibazic cu două acidități destul de puternice.

Azotul poate prezenta combinațiuni diferite, cu grade de oxidare deosebite. În amoniac NH_3 , azotul poate funcționa ca un centru electropozitiv marcat putând da ionul de amoniu. Dela amoniac derivă aminele și amidele de importanță covârșitoare pentru substanța vie.

Azotul mai poate fi angajat în anioni monovalenți cu grade de oxidare deosebite și cu constante de disociere deosebite: acidul azotos și acidul azotic.

Fosforul are caractere asemănătoare cu ale azotului dar în biochimie nu joacă rol decât compușii de fosfor pentavalent. Existența focurilor atribuite aprinderii hidrogenului fosforat arată că în anumite cazuri, cu totul excepționale, prin procese probabil biochimice, fosforul poate fi redus până la hidrogen fosforat.

Dar acidul fosforic prezintă câteva proprietăți deosebite de importante din punct de vedere biochimic (FLEURY):

El are trei acidități la care corespund constante de disociere foarte deosebite: prima aciditate corespunde unui acid mineral tare, a doua aciditate corespunde unui acid mijlociu (ordinul de mărime al constantei de disociere a unui acid organic) iar a treia corespunde unui acid slab (ordinul de mărime al constantei de disociere a fenolilor). Această proprietate face din acidul fosforic un foarte bun regulator al concentrațiunii ionilor de hidrogen.

O altă proprietate importantă a acestui acid este de a se uni cu el însuși pentru a forma acizi polifosforici al căror rol în procesele biochimice a fost pus de curând în evidență.

O a treia caracteristică este aceea că acidul fosforic poate da esteri cu diferiți alcooli organici a căror stabilitate este foarte diferită: triesterii sunt foarte ușor hidrolizabili, diesterii mai greu iar monoesterii sunt de o stabilitate remarcabilă.

Aceste caractere ale acidului fosforic face din el o substanță importantă pentru întreg metabolismul celular.

Caracterul combinațiilor azotului, sulfului și fosforului face pe THATCHER să grupeze aceste elemente, împreună cu carbonul, într'o clasă de elemente care, din punct de vedere al nutriției plantelor, pot fi considerate ca înmagazinatoare de energie.

Între elementele electropozitive care intră în constituția organismelor vii este de observat că două sunt monovalente, Na și K, iar două sunt bivalente, Mg și Ca. Toate dau cationi cu valență nevariabilă și după THATCHER pot fi considerate ca regulatoare de transport. Sărurile primelor două sunt solubile, iar ale celorlalte două (fosfați, sulfați, carbonați) sunt insolubile, de unde rolul lor în țesuturile de susținere și de protecție.

În afară de aceste elemente, s'au mai putut identifica în microorganisme, plante și animale și alte elemente care, dată fiind mica proporție în care intră în constituția materiei vii, pot fi considerate ca elemente catalitice. Dar, după cum foarte bine observă BERTRAND, împărțirea aceasta în elemente plastice și catalitice nu poate fi absolută, un element plastic poate avea și un rol catalitic și invers un element care se găsește în urme poate avea un rol plastic, în anumite cazuri (florul, siliciul, iodul, etc.).

O mențiune specială merită elementele capabile să dea cationi cu valență variabilă cum sunt: vanadiul, manganul, fierul, cobaltul, nichelul, cuprul și probabil zincul și care pot fi considerate ca acceptori sau donatori de electroni, deci regulatori de oxido-reducere. De altfel aceste elemente intră în constituția pigmentilor respiratori sau au un rol catalitic bine precizat în acțiunea enzimelor oxidante. Aceste elemente sunt situate pe rând în mijlocul perioadei a treia a sistemului periodic. În ceea ce privește celelalte elemente care s'au mai identificat în materia vie: B, As, Al, Se, Ge, Ga, etc. nu se poate preciza ce funcțiuni îndeplinesc în fiziologia celulelor. Cele mai multe sunt amfolite cu valență variabilă deci ar putea intra tot în categoria elementelor înmagazinatoare de energie sau a celor regulatoare de oxido-reducere.

Dacă aruncăm o privire generală asupra elementelor față de care viața prezintă selectivitatea cea mai marcantă, constatăm că acestea în general sunt elemente care prezintă diferite grade de oxidare, prin urmare elemente ale căror combinațiuni sunt capabile să înmagazineze energie.

II. CIRCULAȚIA ELEMENTELOR

FORMAREA MARILOR DEPOZITE DE ELEMENTE ÎN LITOSFERĂ

În legătură cu circulația elementelor sub acțiunea vieții ne vom mărgini să examinăm acum, în linii cu totul generale, formarea marilor depozite de substanțe în litosferă

Am utilizat pentru această expunere cursul de mineralogie generală al d-lui Profesor MRAZEC, care a binevoit să-mi pună la dispoziție ultima corectură. Ceea ce urmează sunt în mare parte citate din acest admirabil curs.

« Organismele au un rol important în formarea multor roce sedimentare.

Dintr'un punct de vedere genetic, rocele biogene se pot grupa în roce ce s'au format:

1. Prin acumularea cochiliilor și testurilor silicioase și calcaroase ale organismului după moartea lor.

2. Prin energia constructivă a viețuitoarelor strâns legată de viața animalelor și plantelor, cum sunt recifele.

3. Prin acțiunea de demineralizare pe care unele organisme și în special bacteriile și algele o exercită asupra soluțiilor ce conțin calciu, fer, mangan, etc.

4. Prin fosilizarea substanței organice la adăpostul oxigenului ».

Carbonul. « Carbonul are o origine internă eruptivă, dovedită atât prin aparițiunea lui în cantități mici ca diamant și grafit cât și prin emanațiunile de cantități enorme de CO_2 , gazul juvenil prin excelență activant ascensiunii apelor juvenile și gazul exhalatiunii mofetice. Colectorul cel mai mare al carbonului este viața de unde carbonul trece pe de o parte în cărbune și bitumine, pe de altă parte în roce calcaroase ce au o răspândire mare și care intră cu mult în masa depozitelor sedimentare ».

« Prezența bituminelor în rocele sedimentare de toate vârstele geologice și cantitatea lor totală imensă sunt dovadă de bogăția vieții în apele din timpurile cele mai îndepărtate ale istoriei pământului. Uriașele zăcăminte de cărbuni sunt pe de altă parte o mărturie a dezvoltării vegetației pe uscatul continentelor ».

Procesul de bituminizare și încarbonizare conservă o parte din carbonul vieții, care cu masa calcarelor ce au aproape în totalitate o origină biogenă, demonstrează în mod strălucitor concentrația carbonului prin energia biotică. Această energie în dezvoltarea ei uriașă, incomensurabilă ca amploare în trecutul și prezentul globului terestru, concentrează selectiv aproape tot carbonul din natură ».

« Carbonatul de calciu biogen are două origini generale:

I. Face parte din organismul viețuitoarelor și anume:

1. Este reținut de plante:

a) Alge calcaroase bentonice;

b) Alge calcaroase planctonice, cocolite.

2. Este de origină animală:

a) Bentonice: corali, briozoare, foraminifere, moluște, viermi, echinoderme, brachiopode, etc.;

b) Planctonic: foraminifere și pteropode;

c) Nectonic: crustacei, ostracode, etc.

II. Este precipitat de viețuitoare, dar în afară de corpul lor:

1. De plante verzi, prin sustragerea de CO_2 necesar activității lor clorofilene.

2. De bacterii ».

Pentru a arăta importanța cantitativă a unor depozite calcaroase recente amintim nămolurile de foraminifere, de pildă, nămolul de globigerine.

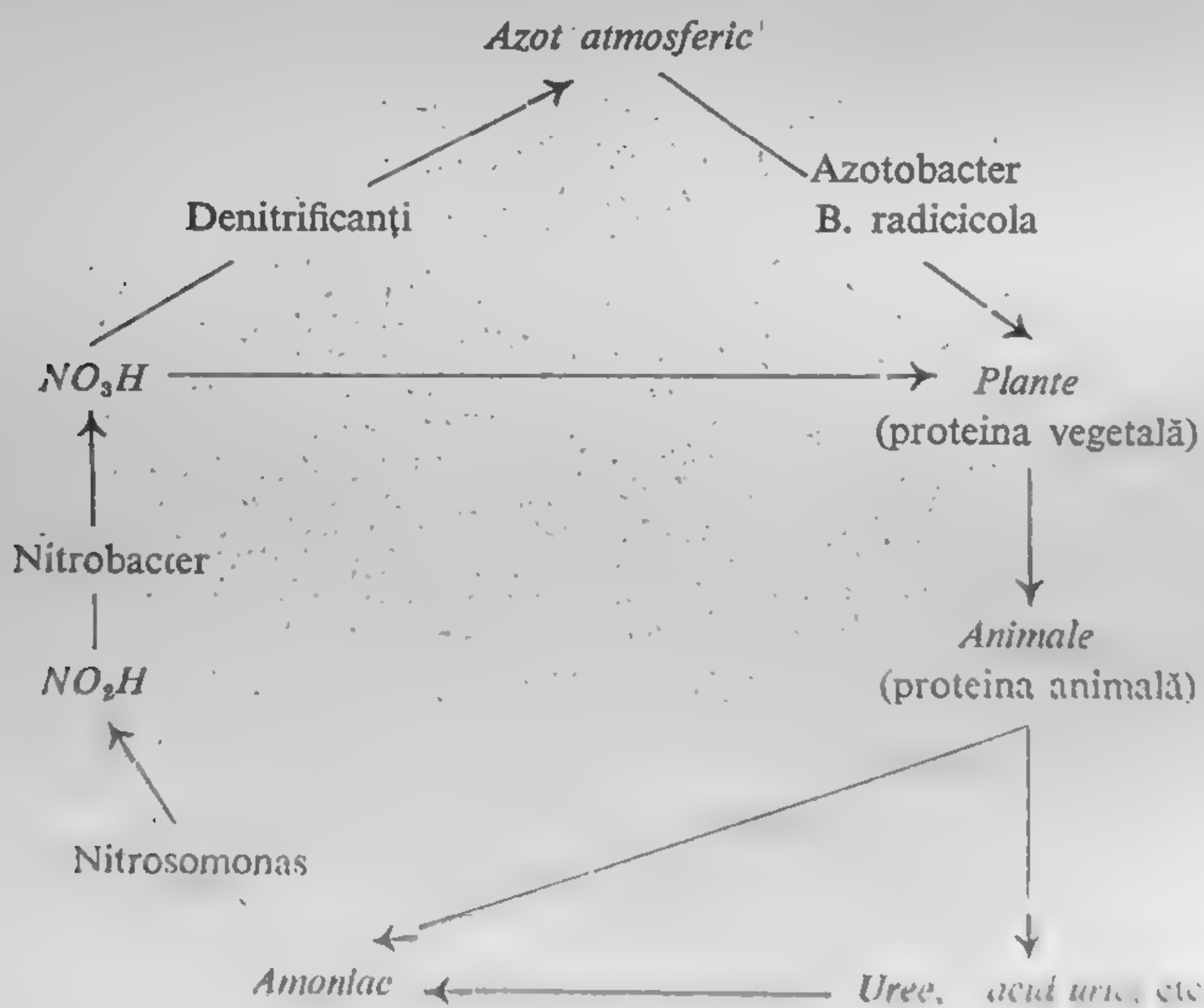
« Arcalul ocupat astăzi în oceane de nămolul de globigerine având 65% CO_3Ca este de circa 35% din suprafața lor și peste 25% din suprafața globului ».

Asupra circulației carbonului vom reveni în cursul capitolelor următoare.

Azotul. După d-l Profesor MRAZEC, origina azotului terestru nu este bine lămurită. « S'a constatat că el însoțește de regulă gazele nobile, gazele vadoase, probabil și gazele juvenile ».

« În condițiuni climatice prielnice se formează depozite de nitrați (salpetru de Chili) ».

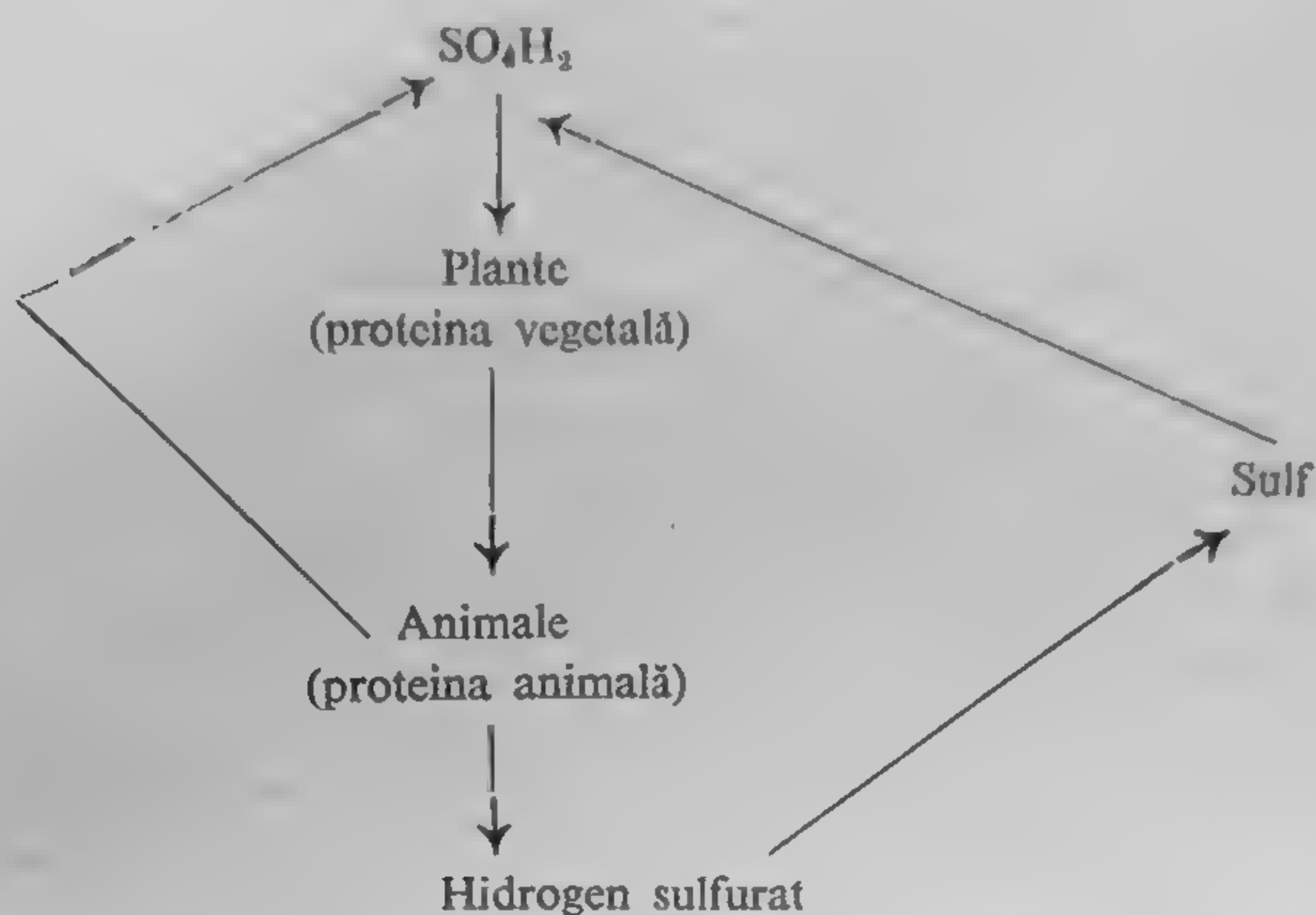
Circulația azotului sub acțiunea vieții se poate schematiza astfel:



Asupra circulației azotului vom reveni cu oarecare detalii în capitolele următoare.

Sulf. Sulful este utilizat de plante sub formă de sulfați. În circulație, sub acțiunea plantelor, animalelor și bacteriilor, sulful trece prin diferite grade de oxidare.

Circulația sulfului sub acțiunea vieții se poate schematiza astfel:



Vom reveni, în capitolele următoare, cu oarecare amănunte asupra transformărilor combinațiilor de sulf sub acțiunea microorganismelor.

Fosforul. « Prin descompunerea organismelor ce au participat la formarea calcarului, fosforul organic devine liber și este dispersat în masa rocei ca gel de fosfat de calciu. El se poate acumula prin disolvarea calcarului, formând concentrațiuni de fosforite ».

Iodul. « Iodul este un element care îmbracă prin excelență caracterul dispers la venirea lui în litosferă, unde el trece în cea mai mare parte în hidrosferă. Energia vitală, în deosebi planctonul, îl colectează pentru ca, eventual după moartea și descompunerea substanței organice și dacă condițiuni propice se ivesc, să fie redat mediului aquatic concentrat de pildă în ape captate, cum sunt apele sărate fosile de zăcăminte de petrol și gaze naturale. Pe aceeași cale intră iodul și în compoziția mineralelor zăcămintelor de salpetru de Chili ».

« O particularitate geochimică a sedimentarului argilos și biotic în special, pusă în evidență de curând, este concentrația selectivă a unora din elemente și mai ales a unor elemente rare... ».

« ...Sunt elemente care în rocele eruptive apar disperse în cantități minime, cât timp în sedimentele argiloase și organice se găsesc concentrate în cantități relativ considerabile. În cenușa unor anumite huile, cantitatea lor este de zeci, sute și chiar mii de ori mai mare decât în rocele eruptive cum

este cazul pentru Ge, Ga, V, Be, B, La, etc. Se dovedesc îmbogățiri și pentru Ni, Co, Zn, As, Cu, etc. și chiar pentru unele metale nobile. În mod analog, constatăm același fenomen în rocele bituminoase. Aceste concentrări și îmbogățiri remarcabile sunt datorite în aceste cazuri, înainte de toate, energiei vitale a viețuitoarelor care funcționează ca niște colectori selectivi și apoi produselor rezultate din bituminizare și încarbonizare, care fixează aportul acestor elemente în sânul lor ».

Heliul. Prezența heliului în gazele de sondă și în gazele naturale ridică o problemă deosebit de interesantă.

« Este surprinzătoare cantitatea relativ mare de heliu în hidrocarburile gazoase. În aceste cazuri origina heliului nu este pe deplin lămurită. Se presupune că hidrocarburile pot capta emanațiunea heliană din rocele ambiante sau că heliul poate să provină chiar din substanța organică supusă bituminizării, care poate avea proprietatea de a reține elemente radioactive în timpul viețuirii ».

După tot ceea ce se știe, viața este incompatibilă cu o puternică radioactivitate, totuși heliul întovărășește totdeauna gazele produse în bituminizarea substanței organice. (În unele gaze naturale din America, heliul poate ajunge până la 2% și poate fi exploatat industrial).

III. CARACTERELE ESENȚIALE FIZICO-CHIMICE ALE CONSTITUENȚILOR CELULARI

1. REZERVĂ DE ENERGIE CHIMICĂ

O proprietate comună a substanțelor cari constituiesc rezervele celulare sau intră în formarea constituenților celulari este că acestea sunt capabile să elibereze energie la oxidare.

Constituția lor se pretează la o eliberare treptată a energiei, prin transformări succesive, înainte de a se ajunge la starea finală: bioxid de carbon și apă.

Aceste substanțe reprezintă prin urmare pentru celule rezerve de energie chimică, pe care acestea o pot utiliza la nevoie.

Numai substanțele depuse în anumite organe în vederea consolidării acestora sunt mai sărace în energie utilizabilă, dar ele servesc numai la păstrarea formei și nu iau parte activă la metabolismul organismului viu.

2. ENERGIA ELECTROCHIMICĂ

Intensitatea tuturor funcțiunilor celulare este condiționată de realizarea unor condițiuni electrochimice optime. La realizarea acestora ia parte în primul rând apa.

Apa se poate disocia conform reacției:



care conduce la starea de echilibru:

$$[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = K_{\text{apă}} \quad (2)$$

Cologaritmul concentrației ionilor hidrogen poate caracteriza aciditatea mediului (pH).

Dacă în mediu se găsesc donatori de electroni, ionii de hidrogen se pot descărca dând naștere la hidrogen molecular:



iar dacă în mediu sunt acceptori de electroni, se pot descărca ionii OH^- conform reacției:



Apa oxigenată în prezența catalizatorilor celor mai diferiți (enzime, coloizi, ioni, etc.) se descompune:



Din considerarea reacțiunilor (1), (3), (4) și (5), se obține:



care arată că apa poate suferi o disociere în hidrogen și oxigen molecular în prezență de donatori sau de acceptori de electroni.

Acceptori și donatori de electroni sunt de obicei cationii cu valență variabilă.

Și reacțiunea (6) poate conduce la o stare de echilibru:

$$[\text{H}_2] \cdot [\text{O}_2]^{\frac{1}{2}} = K \quad (7)$$

Cologaritmul presiunii hidrogenului, exprimată în atmosfere, poate caracteriza un mediu din punct de vedere al acțiunii sale reducătoare (rH).

Reacțiunile (1) și (6) conduc la stabilirea unor potențiale electrochimice care caracterizează un mediu și a căror valoare sunt de o importanță covârșitoare pentru desfășurarea activității celulare. O funcțiune anumită este posibilă numai între două valori limită ale concentrației în ioni hidrogen și ale potențialului de oxido-reducere și este maximă la un optimum. Organismele vii iau numeroase măsuri pentru a menține valorile pH și rH cât mai aproape de valoarea optimum. De aceste valori depind, între altele, proprietățile fizico-chimice ale proteinelor și desfășurarea proceselor metabolice care au la bază reacțiuni de oxido-reducere.

Nu numai ionii apei ci și alți ioni anorganici mono sau bivalenți precum și ionii organici, care iau naștere prin disocierea funcțiunilor acide sau bazice

ale proteinelor, determină aparițiunea anumitor potențiale electrochimice care influențează circulația lichidelor prin membranele celulare ca de exemplu potențialul de membrană, osmoza negativă, etc.

Toate aceste potențiale electrochimice reprezintă rezerve de energie pe care organismele vii le utilizează la nevoie pentru funcțiunile lor.

3. HETEROGENEITATEA

S'a emis încă de mult părerea că viața este strâns legată de caracterul coloidal al protoplasmei și al celor mai mulți dintre constituenții celulari. Sub acțiunea vieții, materia inanimată parcurge un ciclu de transformări fizico-chimice reprezentat prin trecerea dela cristaloid la coloid și reîntoarcerea, prin bătrânețe și moarte, la cristaloid.

Vom căuta să precizăm, cât se poate de sumar, cum trebuie înțeleasă această afirmațiune, mai ales că astăzi s'au putut prepara, în stare cristalină, proteine foarte complicate cum sunt proteinele virus sau enzimele.

Este drept că una din caracteristicile morfologice ale substanței vii este heterogeneitatea, deci existența în prezență a mai multor faze care se pot pune în evidență, chiar dacă nu sunt vizibile dela început, cu diverse metode fizico-chimice și care pot fi separate prin metode mecanice.

Dacă într'un sistem heterogen se găsește o fază continuă și una sau mai multe faze care au fost deformate prin reducerea dimensiunilor, sistemul capătă numele de coloidal. Cu alte cuvinte nu poate fi vorba de substanțe coloidale ci de o stare coloidală.

Din această definiție a sistemelor coloidale, nu sunt excluse soluțiunile de substanțe cristaline în care dispersarea merge până la molecule, cu condițiunea ca moleculele să fie destul de mari pentru a mai păstra încă proprietățile materiei de masă. În această situație sunt substanțele organice cu molecule mari preparate sintetic, precum și proteinele și enzimele.

Mărirea dimensiunilor unei molecule organice conferă acesteia o stabilitate mai mare, deoarece vitesa cu care reacționează molecula în ansamblu pentru a suferi transformări profunde, sub acțiunea a diferiți reactivi, este foarte mult redusă.

Această reducere a vitezei de reacție pentru moleculele mari este foarte importantă din punct de vedere al proceselor biologice: starea de echilibru se atinge într'un timp mai lung și prin urmare eliberarea de energie legată de transformarea substanței se face cu încetul.

Reducerea dimensiunilor uneia dintre faze determină o mare creștere a suprafeței de contact între faze și ca urmare o accentuare a proprietăților superficiale: tensiune superficială, electrocapilaritate, adsorpție, liosorpție, etc.

Cercetările de structură fină au arătat că suprafețele la contactul a două faze au anumite structuri și că în ele moleculele sunt orientate. Se înțelege ușor cum aceste structuri pot imprima suprafețelor proprietăți speciale deosebite de acelea constatate în interiorul fazelor respective.

Pentru substanțele organice, orientarea în suprafețele de separare a două medii lichide cum ar fi un lipoid și apa, mai poate fi condiționată și de altă împrejurare: substanțele acestea au în general în molecula lor două feluri de grupări net deosebite, una hidrocarbonată oliofilă, deci solubilă în lipoizi și alta hidrofilă (funcțiunile COOH , NH_2 , OH , etc.) solubilă în apă. O astfel de moleculă se va orienta în suprafața lipoid-apă astfel ca o grupare să fie îndreptată spre un mediu și cealaltă spre celălalt mediu. Orientarea aceasta va produce o atenuare a discontinuității proprietăților la contactul fazelor lipoid-apă.

Un sistem dispersat este un sistem care a înmagazinat energie deoarece deformarea nu s'a putut realiza decât cu cheltuială de travaliu. Sistemul eliberează treptat această energie, evoluând spre starea cea mai probabilă care corespunde la un minimum al gradului de dispersiune prin urmare la un minimum al suprafeței de contact. Această evoluție face ca proprietățile fizico-chimice ale sistemelor coloidale să varieze cu timpul și ca urmare ele să nu depindă numai de presiune, temperatură și concentrațiune, ca acelea ale sistemelor heterogene obișnuite, ci să depindă și de istoricul sistemului considerat.

De sigur că tocmai această proprietate a sistemelor coloidale, care poate fi considerată ca o îmbătrânire, a făcut pe mulți biologi să dea o deosebită importanță studiului sistemelor coloidale pentru lămurirea proceselor vitale. Nu este mai puțin adevărat însă că rezultatele obținute în studiile materiei în stare coloidală au deschis oarecare perspective pentru înțelegerea multor procese vitale. Mă voi mărgini la câteva exemple mai caracteristice deoarece nu-mi este îngăduit să intru în prea multe amănunte.

Marea cantitate de apă pe care o poate reține protoplasma poate fi pusă în legătură cu proprietatea proteinei de a se disocia de o parte și de alta a punctului isoelectric. Prin disociere, iau naștere sarcini electrice localizate în anumite puncte ale moleculei de proteină. Aceste puncte devin centre în jurul cărora se pot imobiliza, prin atracțiune electrostatică, molecule de substanțe care posedă un moment electric permanent, ca apa de exemplu.

La suprafața moleculei de proteină, se poate stabili un echilibru de membrană DONNAN care face ca repartizarea ionilor și a apei să fie deosebită în diferite părți ale sistemului.

Sensibilitatea materiei vii la modificările concentrațiilor de ioni hidrogen sau de alți ioni poate fi interpretată prin modificarea sarcinilor electrice ale proteinelor și prin efectul precipitant al diferiților electroliți.

Cercetările lui KRUYT și BUNGENBERG DE JONG asupra fenomenelor de demixțiune în sistemele coloidale liofile (coacervarea), au condus la reprodu-

cerea unora din aspectele morfologice ale protoplasmei, arătând că unele cel puțin dintre aceste formațiuni sunt datorite demixțiunii deoarece și protoplasma este, după toate probabilitățile, la limita ei de miscibilitate cu apa.

Cercetările făcute asupra enzimelor au arătat că acțiunea acestora este până la un punct o cataliză microheterogenă în care trebuie să distingem, ca în orice cataliză heterogenă, trei procese: adsorbție pe suprafețe cu activarea moleculelor, producerea reacțiunii și îndepărtarea din suprafață a produsilor formați.

Cu ajutorul rezultatelor obținute în studiul proprietăților moleculelor mari (STAUDINGER) care iau naștere prin polimerizarea a diferite substanțe organice, FREY-WISLING încearcă să dea o imagine mulțumitoare, până la un punct, a arhitecturii citoplasmei. Citoplasma prezintă proprietăți foarte curioase fiind în același timp un lichid (fluiditate) dar și un gel solid (elasticitate). El admite că întreaga masă protoplasmatică este brăzdată în lung și lat de catene polipeptidice de felul celor care intră în structura scleroproteinelor. Catenele polipeptidice sunt legate unele de altele prin forțe de natură diferită care se exercită în diferite puncte (Haftpunkte): forțe Van der Waals, forțe electrostatice dintre grupări cu moment electric, valențe heteropolare și valențe homeopolare. Punctele libere pot servi pentru legarea altor constituenți protoplasmatici. Aceste legături pot fi influențate de variațiunile de temperatură și de diverși reactivi: variațiunea pH și rH, narcotice, substanțe toxice, etc.

Cu ajutorul acestui schelet proteinic, FREY-WYSSLING reușește să dea seama de proprietățile fizice ale protoplasmei.

4. ACTIVITATEA OPTICĂ. SINTEZA ASIMETRICĂ

Dela început, PASTEUR a atras atențiunea asupra fundamentalei deosebiri dintre sinteza de laborator și sinteza care se face de către organismele vii: în laborator, se ajunge totdeauna la un produs final nedotat cu activitate optică chiar când molecula sintetizată prezintă o puternică disimetrie, deoarece cei doi antipozii optici iau naștere deodată și în fiecare moment sunt în cantități egale; în viață însă, sinteza este totdeauna asimetrică. Din bioxid de carbon, apă și câteva săruri minerale, toate optic inactive, celula sintetizează substanțe dotate cu mare activitate optică. Ceva mai mult, produsul de sinteză vitală este totdeauna pur din punct de vedere optic.

W. KUHN atrage în mod deosebit atenția asupra necesității, pentru o funcționare normală a celulelor, ca substanțele care iau parte activă la metabolism să aibe o puritate optică foarte ridicată. După dânsul acest grad de puritate ridicat este indispensabil celulei și punerea în evidență a antipodului optic anormal trebuie considerată ca fiind datorită unor puternice perturbațiuni ale metabolismului.

Ideea aceasta a găsit o confirmare în lucrările recente ale lui KÖGL și ERXLEBEN care au găsit că proteinele tumorilor conțin un mare procent de d-amino-acizi, pe când amino-acizii naturali izolați până acum din țesuturi normale aparțin seriei L. După această constatare, urmează că substanțele proteice în tumori sunt racemizate în parte.

Autorii citați au găsit leucină, lizină, valină dar mai ales acid glutamic, care joacă rol important în metabolismul aminoacizilor, în formă parțial racemică. În cazul acidului glutamic, gradul de racemizare poate să ajungă până la 89% și se poate calcula în unele cazuri că cel puțin 1/10 din proteina totală din tumori este de natură racemică. Racemizarea a putut fi constatată și în tumorile benigne dar în mult mai mică proporție. Se poate constata chiar un oarecare paralelism între gradul de racemizare al acidului glutamic și malignitatea tumorilor, dar aceasta mai trebuie confirmată și de alte cercetări.

În sinteza asimetrică a celulei vii se constată deci o specificitate accentuată.

Prima cercetare care a arătat că această specificitate a sintezei vitale se poate înțelege prin simple legi de dinamică chimică a fost aceea a lui MARKWALD și MC KENZIE (1899). Ei au arătat că mentolul levogir se combină cu viteze deosebite cu cei doi antipozi optici ai acidului mandelic racemic de sinteză, așa că oprind reacțiunea la un moment dat se poate face o separare a celor doi antipozi optici. Între această separare a celor doi antipozi optici și separarea lor prin fermentație cu *penicillium* sau cu *saccharomices elipsoideus* nu există o deosebire calitativă: după cum *penicillium* consumă mai repede forma levogiră a acidului mandelic iar *saccharomices* pe cea dextrogiră, levo metolul esterifică mai repede forma dextrogiră decât pe cea levogiră.

Sintezele asimetrice realizate în urmă sub acțiunea enzimelor (ROSENTHALER) sau sub acțiunea catalizatorilor optic activi (BREDIG și colaboratori) au confirmat această constatare arătând și ele că preexistența în mediu a unui centru de activitate optică orientează sinteza, asimetric.

Interpretarea acestor influențe directoare se poate găsi în formarea compușilor diastereomeri dintre substrat și catalizatorul optic activ.

În celula vie, tot mediul este dotat cu activitate optică și de aceea în mod necesar sinteza este orientată deoarece viteza cu care se formează unul din antipozii optici va fi cu mult mai mare decât a celuilalt.

Dacă privim sinteza vitală ca un fenomen de cataliză asimetrică, trebuie să admitem cu W. KUHN că deși la început se produce un antipod în stare de mare puritate, această puritate optică nu poate fi păstrată la infinit deoarece oricât de puțin s'ar produce din antipodul nedorit totuși acesta cu timpul se va îngrămădi în celulă. Cu alte cuvinte gradul de puritate al antipodului optic normal va suferi o îmbătrânire și după W. KUHN, prezența antipodului nedorit va putea provoca sfârșitul individului, chiar dacă nu sunt alte cauze de moarte.

Celula ia însă măsuri de apărare, eliminând repede antipodul optic nedorit.

Odată înțeleasă sinteza asimetrică în modul acesta, dispare bariera între sinteza vitală și cea de laborator dar rămâne deschisă întrebarea: cum a apărut pe pământ prima substanță optic activă, care a orientat ulterior sinteza într'o anumită direcție?

Pentru a se da un răspuns acestei întrebări, s'a căutat un agent fizic capabil să producă, cu totul înafara vieții, sinteza asimetrică. Acestui agent i se cer următoarele calități:

1. Să exercite o acțiune disimetrică analoagă cu disimetria necesară moleculei pentru a fi optic activă;
2. Să fi existat pe pământ înainte de apariția vieții;
3. Să fie activ din punct de vedere chimic, adică să joace un rol în sinteză.

După COTTON, care a atras atenția asupra ultimului punct, singurul agent fizic dela care se poate aștepta un rezultat este lumina polarizată circular, aceasta îndeplinind toate condițiunile.

Încercările lui COTTON cu tartratul racemic de cupru în mediu alcalin, care prezintă dicroism circular, nu au dat rezultate pozitive. Prima sinteză asimetrică totală a fost făcută de KUHN și BRAUN (1929) prin aplicarea principiului lui COTTON la un compus extrem de simplu, esterul alfa brom-propionic. Produsul racemic obținut prin sinteză supus la acțiunea razelor drepte a devenit ușor dextrogir iar cel supus la acțiunea razelor stângi a devenit ușor levogir. Ulterior s'au putut realiza și alte sinteze asimetrice totale cu același agent fizic. (MITCHELL, KARAGUNIS și DRICOS, KUHN și E. KNOFF, BETTI, etc.).

Aceste rezultate au o covârșitoare importanță deoarece arată calea probabilă pe care s'a format pe pământ prima substanță organică dotată cu activitate optică. Lumina solară reflectată pe suprafața oceanelor, în câmpul magnetic al pământului, se polarizează parțial circular sau eliptic și a putut să distrugă unul din antipozii optici organici care s'au format la un anumit moment. Acest agent a putut crea prima disimetrie moleculară care pe urmă a orientat sinteza într'o anumită direcție.

Aceste rezultate ar putea fi aduse ca argument în favoarea ipotezei că viața a apărut în apa oceanelor.

Din punct de vedere energetic, un antipod optic nu reprezintă un echilibru stabil fizico-chimic deoarece cu timpul se racemizează. Dacă reprezentăm activitatea optică a unui produs obținut prin cataliză asimetrică din produsul inițial optic inactiv, obținem o curbă cu maximum accentuat. Activitatea optică crește repede până la un maxim, se micșorează apoi pentru a dispare complet după un timp suficient de mare. Aceasta dovedește că substanțele dotate cu activitate optică, cum sunt constituenții celulari, reprezintă sisteme

care posedă energie liberă pe care o eliberează în racemizare, evoluând spre starea cea mai probabilă.

Prin urmare și în activitatea optică a constituenților celulari regăsim aceleași caractere de rezervă de energie, care poate fi utilizată de celulă pentru funcțiunile cele mai diverse.

5. SPECIFICITATE

Poate că una dintre proprietățile cele mai misterioase ale constituenților celulari este specificitatea. Aceasta merge atât de departe încât modificări ce nu se pot decela cu reactivii chimici cei mai sensibili, se pot pune în evidență cu organisme vii.

Una din manifestățiunile specificității este acțiunea antigenă, care conduce la formarea de anticorpi specifici.

Din punct de vedere chimic, specificitatea poate fi datorită la foarte multe cauze:

Pentru proteine, de exemplu, specificitatea poate fi conferită de greutatea moleculară, de proporțiile dintre amino-acizii constituenți, de natura acestora, de ordinea în care sunt legați în lanțul polipeptidic, de natura legăturilor dintre aminoacizi (polipeptidică sau dicetopiperazinică), de activitatea optică a amino-acizilor, de arhitectura întregii molecule de proteină, etc.

Pentru polizaharizi poate fi conferită de: natura monozelor, de izomeria optică, de legătura gama sau delta oxidică, de natura legăturii glucosidice, de gradul de polimerizare, etc.

Tot în legătură cu specificitatea, mai ales pentru enzime, se mai poate ridica problema dacă enzimele sunt active prin ele înșile sau activitatea lor este subordonată unei înglobări în substanța vie, adică legăturii dintre enzimă și protoplasmă. S'a arătat că preparatele de enzime, despărțite de protoplasmă, catalizează reacțiunile lor specifice câteodată în altă direcție și în toate cazurile cu altă viteză decât în celula vie. De exemplu hidrolazele în preparatele obișnuite sunt active numai hidrolitic, în celula vie iau însă parte și la sinteze. Pentru multe transformări enzimatică este nevoie de material celular viu: fermenții respiratori nu desfășoară toată activitatea lor decât la nivelul structurilor celulare; asimilarea bioxidului de carbon cu clorofila este imposibil de separat de cloroplast, etc. Cu cât o reacțiune este mai complicată (mai ales în procese de sinteze) cu atât este mai necesară prezența protoplasmei.

Cu toată specificitatea materialului celular, viața se acomodează chiar cu condițiunile anormale care i se creează, fabricând catalizatori noi, pe care, în condițiuni normale, nu-i fabrică. Deosebit de importantă ni se pare constatarea făcută de WALDSCHMIDT-LEITZ (1939) că în serul bolnavilor de cancer, spre deosebire de serul normal, se găsesse d-peptidazo, enzime capabile să hidrolizeze

polipeptide care conțin acizi din seria d, anormală (vezi și lucrările lui KÖGL). Ceva mai mult, WALDSCHMIDT-LEITZ a reușit ca să facă să apară artificial în serul șobolanilor d-peptidază, prin injecții de peptide racemice. « Organismul răspunde, cum spune autorul, la introducerea de produse anormale ale proteinelor cu secretarea de enzime capabile să facă clivajul acestora ».

Toate aceste fapte — și nu am ales decât câteva — ne apar ca profund misterioase și încercarea de a le explica prin simple acțiuni de suprafață, ca în sistemele coloidale, ni se pare cu totul nesatisfăcătoare pentru înțelegerea acestui mister.

Ne permitem să credem că specificitatea proteinelor, a enzimelor și a tuturor constituenților celulari este tot un aspect al economiei energetice a celulei vii, care, chiar atunci când este pusă în condițiuni anormale, ia măsuri pentru a putea utiliza ceea ce are la dispoziție, în condițiunile cele mai economice, în vederea conservării și apărării.

IV. PROCURAREA ENERGIEI NECESARE SINTEZEI VITALE

1. OXIDAREA MOLECULELOR ANORGANICE

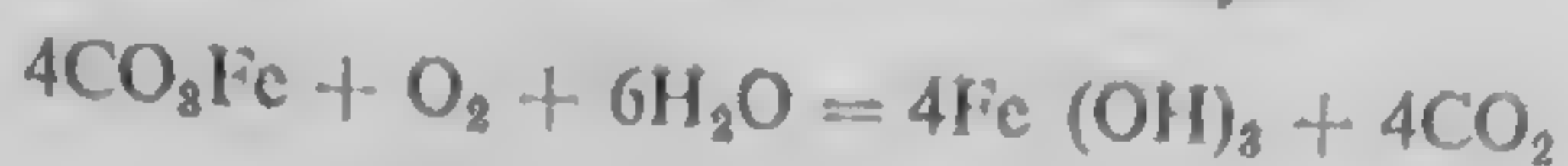
Cea mai simplă cale pentru procurarea energiei necesare vieții — și probabil că aceasta a fost prima formă de viață apărută în univers — este oxidarea moleculelor anorganice. Multe bacterii (autotrofe) își iau energia procesului de asimilare a bioxidului de carbon din oxidarea a diferite substanțe minerale.

Dăm în tabloul de mai jos câteva reacțiuni de oxidare capabile să procure microorganismelor autotrofe energia necesară vieții. În ultima coloană sunt consemnate procentele de energie liberă utilizată de microorganisme în sinteză, calculate de BAAS-BECKING și PARKS (STEPHENSON, p. 289).

Utilizarea energiei libere de bacteriile autotrofe. După Baas-Becking și Parks. Physiol. Revs. 7. 85. (1927). (Stephenson, p. 289)

R e a c ț i a	Autor	% de energie liberă utilizată
$H_2 + \frac{1}{2}O_2 = H_2O$	Ruhland 1924	26,4
$CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$	Sohngen 1906	0,6—29,6
$NH_4^+ + 1\frac{1}{2}O_2 = NO_3^- + H_2O + 2H^+$	Meyerhof 1916	7,9
$NO_2^- + \frac{1}{2}O_2 = NO_3^-$	Meyerhof 1918	5,9
$S + 1\frac{1}{2}O_2 + H_2O = SO_4H_2$	Winogradsky 1881	8,3
$6NO_3K + 5S + 2CO_2Ca = 3SO_4K_2 + 2SO_4Ca + 2CO_2 + 2N_2$	Beyerinck 1920	5,0
$5S_2O_3Na_2 + 8NO_3K + 2CO_2HNa = 6SO_4Na_2 + 4SO_4K_2 + 4N_2 + 2CO_2 + 2H_2O$	Lieske 1912	9,0

În afară de acestea, mai menționăm reacția de oxidare a ferului feros care se face de către *Leptothrix ochracea* conform reacției:



Utilizarea energiei libere se calculează la 5%, deoarece sinteza a 0,5 grame de carbon necesită oxidarea a 224 g. fer bivalent.

Din punct de vedere al metabolismului, bacteriile autotrofe au caracteristice bine definite care le deosebesc de bacteriile heterotrofe și de animale: ca și plantele sau, ca bacteriile fotosintetizante, bacteriile autotrofe sunt independente de alte organisme vii, putând utiliza CO_2 ca unică sursă de carbon cu ajutorul energiei eliberate de diferite oxidațiuni ale substanțelor minerale.

Este impresionantă însă măsura redusă în care se face utilizarea energiei libere a acestor oxidațiuni.

Pentru bacteriile autotrofe, este foarte caracteristică curioasa lor specificitate față de molecula care se oxidează pentru a furniza energia necesară. De exemplu, *Nitrosomonas* nu poate oxida decât amoniacul și este inactivă față de nitrit, sulf sau hidrogen. Nu se poate da până azi nicio interpretare acestei curioase specificități (STEPHENSON).

2. FOTOSINTEZA

O a doua cale pe care organismele vii își procură energia necesară asimilației bioxidului de carbon este captarea energiei radiante. Organismele care pot face fotosinteza au pigmenți colorați, care absorb selectiv anumite radiațiuni din spectrul solar, jucând rolul de sensibilizatori optici.

În tabloul de mai jos, luat din tratatul lui STEPHENSON (p. 297), sunt indicate câteva reacțiuni reprezentând sinteza aldehydei formice din bioxid de

Organism	Agentul reducător	Reacția caracteristică
Planta verde	H_2O	$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CH}_2\text{O} + \text{O}_2$
<i>Thiorhodaceae</i>		
a) Bacterii de sulf verzi	H_2S	$\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} = \text{CH}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{S}$
b) Bacterii de sulf purpure	H_2S S	$\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} = \text{CH}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{S}$ $3\text{CO}_2 + 2\text{S} + 8\text{H}_2\text{O} = 3\text{CH}_2\text{O} + 3\text{H}_2\text{O} + 2\text{SO}_4\text{H}_2$
<i>Athiorhodaceae</i>		
c) Bacterii purpure . . .	Acizi organici etc. și hidrogen	$\text{CO}_2 + \text{C}_4\text{H}_8\text{O}_4 + \text{H}_2\text{O} = 5\text{CH}_2\text{O}$ $\text{CO}_2 + 2\text{H}_2 = \text{CH}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$

carbon cu ajutorul energiei radiante. În tablou se găsesc indicate și organismele care fac fotosinteza precum și agentul reducător pe care acestea îl utilizează.

Și organismele care își pot procura energia pe această cale trăiesc independent de alte organisme, ca și bacteriile autotrofe, ele putând utiliza bioxidul de carbon ca unică sursă de carbon.

3. OXIDAREA MOLECULELOR ORGANICE PREFORMATE

O a treia cale pe care organismele vii își procură energia necesară sintezei substanței proprii este utilizarea rezervei de energie chimică din substanțele organice provenite de la alte organisme vii. În această categorie intră bacteriile heterotrofe, plantele saprofite și animalele.

Viața acestor organisme este subordonată desfășurării unei activități vitale anterioare în decursul căreia s'a sintetizat, pe una din căile precedente, substanța organică.

Mecanismul după care viața își procură energia pe această cale este acela după care se face în general metabolismul celular și va fi tratat în paragraful ce urmează.

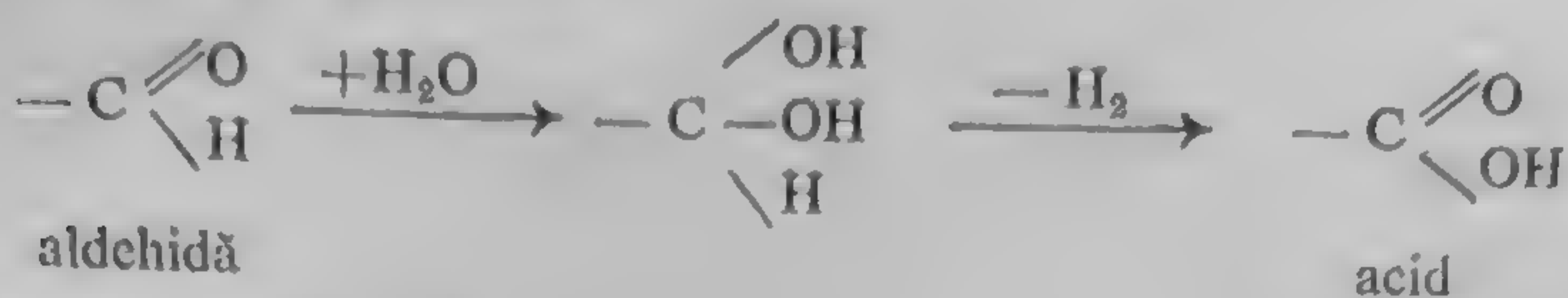
V. UTILIZAREA ENERGIEI ACUMULATE DE ORGANISMELE VII

Este imposibil în cadrul restrâns al acestei expuneri să redăm, chiar numai în linii generale, ceea ce se cunoaște azi în legătură cu mecanismul după care organismele vii utilizează rezerva de energie chimică acumulată în celulă sau procurată din mediul înconjurător. Ne vom mărgini doar să trasăm câteva din caracteristicile acestui mecanism, menținându-ne la punctul de vedere care ne-a preocupat în tot cursul acestui referat.

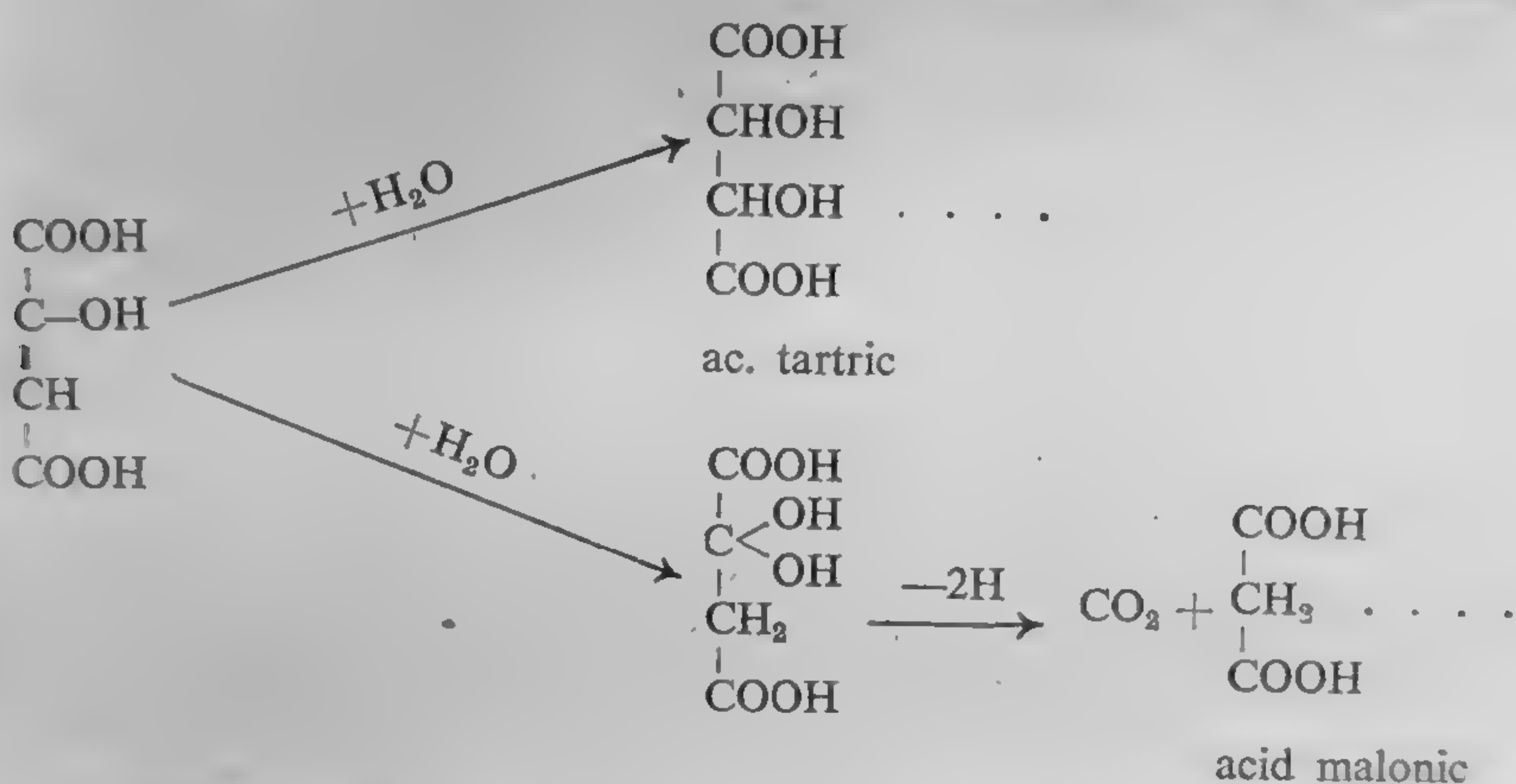
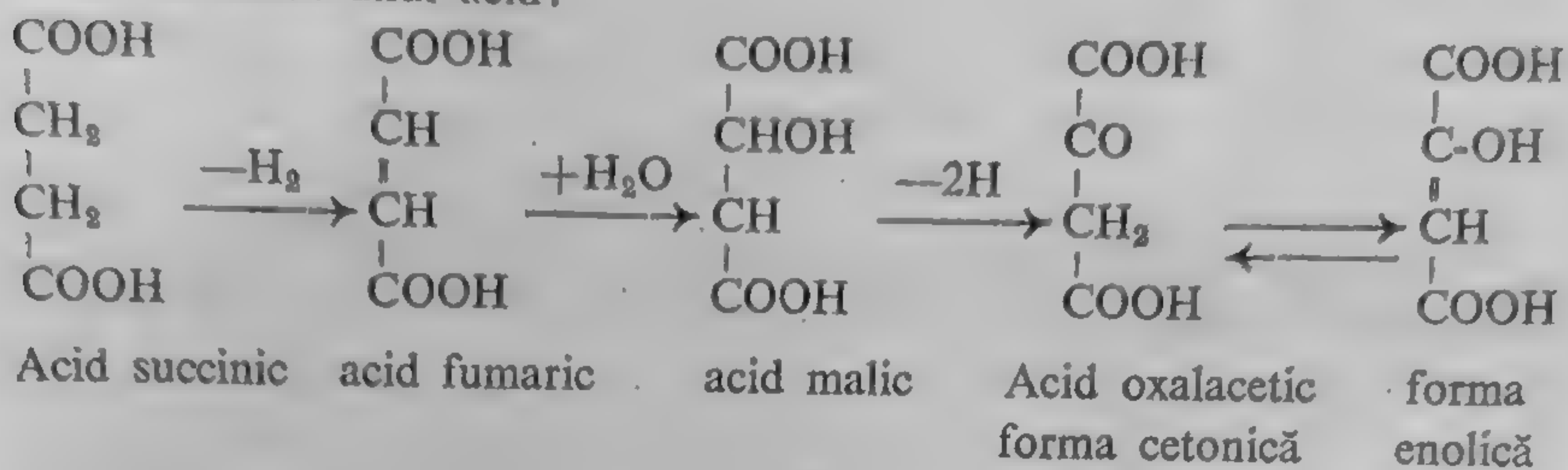
Dacă comparăm arderea unei substanțe organice în bomba calorimetrică în prezența oxigenului molecular, cu arderea aceleiași substanțe în celula vie, constatăm o deosebire profundă deși atât cantitatea de energie eliberată cât și produșii finali la care se ajunge (CO_2 și H_2O) sunt aceiași; pe când în bomba calorimetrică oxidarea se face violent și energia se eliberează deodată sub formă de căldură, în celula vie, această ardere are un caracter lent iar energia este liberată progresiv, în mici porțiuni. Pentru a putea realiza această eliberare treptată de energie, oxidarea biochimică este constituită dintr'o serie de reacțiuni de hidratare și de deshidrogenare.

Iată două exemple simple pentru a învedera mecanismul oxidărilor biochimice:

1. Oxidarea unei aldehide:



2. Oxidarea unui acid:



În aceste exemple, oxidarea se face fără intervenția oxigenului molecular. Deshidrogenările se pot face pe două căi:

1. Prin acceptori de hidrogen molecular.
2. Prin acceptori de electroni.

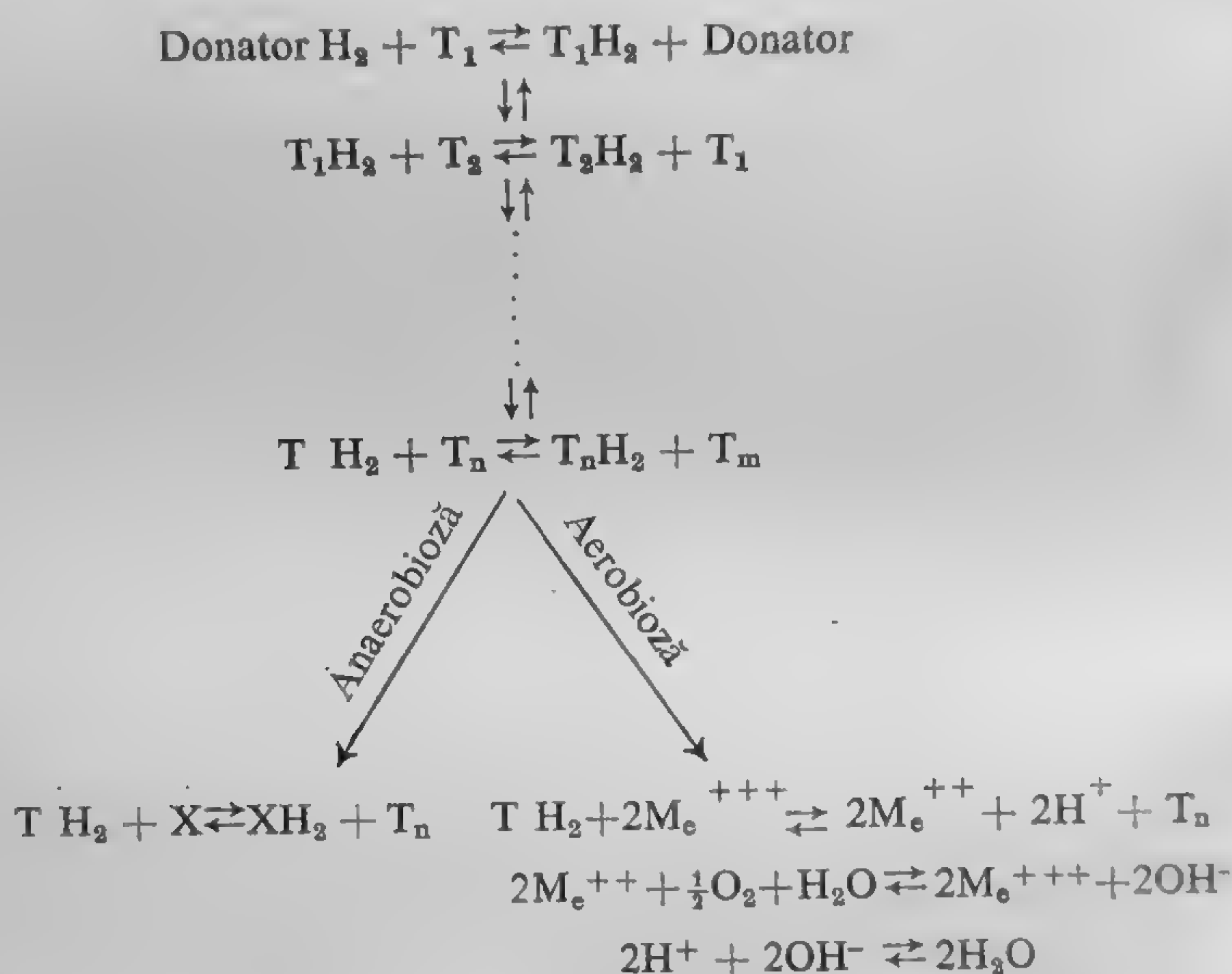
Deosebirea fundamentală dintre viața aerobă și anaerobă constă în natura acceptorului ultim al hidrogenului: în viața aerobă acest acceptor ultim este oxigenul molecular iar în viața anaerobă acceptorul ultim al hidrogenului este o substanță organică. Înainte însă de a se ajunge la acest ultim stadiu, hidrogenul este purtat pe o serie de alți acceptori intermediari, care de fapt joacă rolul de transportori de hidrogen.

Toate reacțiunile consecutive prin care hidrogenul este purtat de pe molecula organică inițială la acceptorul ultim sunt reacțiuni reversibile, care, prin urmare, conduc la stări de echilibru și la fiecare reacțiune are loc eliberarea unei părți din energia corespunzătoare reacțiunii globale.

Toți transportorii intermediari de hidrogen sunt substanțe organice de natură mai mult sau mai puțin complexă. Amintim doar câțiva: adrenalina, glutatationul, vitamina B₁, vitamina B₂, vitamina C, cofermenții nicotinici, etc. În anaerobioză numai aceștia au rol. În aerobioză intervin și transportori electrochimici care pe de o parte transformă hidrogenul în proton, care este unul din ioni apei, iar pe de altă transformă oxigenul molecular în anionul OH⁻, care este celălalt ion al apei. De aici rezultă importanța pentru aerobioză a catalizatorilor care conțin metale cu valență variabilă sau a substanțelor organice autooxidabile (citocrom, fermentul galben Warburg, etc.).

Se pare că mecanismul oxidării este, în linii generale, același atât în aerobioză cât și în anaerobioză până la un anumit stadiu când drumurile se despart.

Se poate schița mecanismul oxidării sub acțiunea vieții în modul următor:



Suma:



DonatorH₂ reprezintă substratul inițial de oxidat,

T₁, T₂, ... T_n reprezintă transportorii de hidrogen,

X reprezintă acceptorul ultim de hidrogen în anaerobioză.

Dacă examinăm această schemă din punct de vedere termodinamic, trebuie să admitem că cu cât vor fi mai multe etape intermediare între prima reacțiune și ultima, cu atât vom fi mai aproape de condițiunea teoretică pentru obținerea travaliului maxim pe care transformarea poate să-l execute.

Aceasta deosebește fundamental oxidarea în bomba calorimetrică de oxidarea sub acțiunea vieții: starea finală este aceeași în ambele cazuri, dar procesul este condus, sub acțiunea vieții mult mai aproape de condițiunile reversibilității de unde rezultă o pierdere mai mică a energiei sub formă de căldură precum și probabilitatea unei utilizări a energiei libere sub alte forme: sinteze chimice, lucru mecanic, electricitate, lumină, etc. Cu cât vor fi mai multe stadii intermediare, cu atât pierderea de energie sub formă de căldură în mediu va fi mai mică.

Dacă comparăm bacteriile cu omul, din punct de vedere al utilizării energiei, constatăm o deosebire impresionantă în ceea ce privește cantitatea de energie pe care bacteriile o risipesc în mediu, sub formă de căldură, față de om. Această deosebire apare mai impresionantă dacă ținem seamă că bacteriile nu trebuie să-și mențină temperatura celulei superioară temperaturii mediului.

Dacă luăm în considerare această deosebire între cele două extreme ale scărilor biologice a organismelor, deși nu avem date suficiente asupra metabolismului organismelor care ocupă trepte intermediare, credem că putem exprima ipoteza — care de sigur nu are decât valoarea unei ipoteze de lucru — *că în scara biologică trebuie să se observe o adaptare treptată spre un consum cât mai economic al energiei chimice*. Adaptarea aceasta se traduce prin crearea unui număr de trepte intermediare cât mai mare între starea inițială și finală a fiecărei reacțiuni.

Cum celula vie face nu numai degradări de substanțe ci și sinteze, urmează că seria de transformări schițate mai sus poate fi parcursă și într'un sens și în celălalt.

În conformitate cu legile termodinamice, cum transformările într'un sens sunt legate de o creștere a entropiei, transformările în sens opus sunt legate de o scădere a ei și nu pot fi făcute fără ajutor extern. Acest ajutor extern este dat sau de energia radiantă sau de energia unei alte reacțiuni: reacțiunea de sinteză trebuie să se cupleze cu o reacțiune de oxidare. Cuplarea acestor două feluri de reacțiuni ne face să ne gândim la cuplarea a două mașini Carnot și cu cât vom fi mai aproape, în parcurgerea transformărilor, de condițiunile ideale de reversibilitate, cu atât sinteza se va face cu un randament mai ridicat. Înmulțirea treptelor intermediare în producerea unor reacțiuni va ridica randamentul energetic al sintezei.

Pentru executarea reacțiunilor chimice necesare menținerii vieții, celula vie își fabrică singură catalizatorii și regulatorii: enzime, vitamine și hormoni. Faptul că aceiași catalizatori se întâlnesc, cu prea puține variațiuni, la organisme cele mai deosebite din scara biologică, arată că viața se desfășoară calitativ după același mecanism general.

Caracterul distinctiv pentru diferitele categorii de ființe pare a fi de natură mai mult cantitativă; organismul cu cât este mai ridicat pe scara biologică, cu atât consumă și sintetizează mai economic.

REZUMAT ȘI CONCLUZIUNI

Din expunerea succintă și incompletă făcută, se desprind câteva caractere comune ale vieții, independente de formă și de nivelul organismului în scara biologică. Aceste caractere sunt legate esențial de circulația materiei și energiei sub influența vieții.

1. Aceleași elemente fundamentale servesc pentru construcția substanței vii. Preferința vieții pentru anumite elemente se poate înțelege dacă ținem seamă de proprietățile fizico-chimice ale combinațiilor respective.

Concentrarea elementelor sub acțiunea vieții nu este datorită unei selectivități misterioase a membranelor celulare ci trebuie pusă în legătură cu transformările lor în celulă. O experiență simplă descrisă de LECLERC DU SABLON evidențiază mecanismul după care se poate concepe îngrămădirea unei substanțe într-o celulă.

Să luăm o celulă artificială formată dintr'un tub scurt, închis la ambele capete cu două membrane de pergament. Punem în tub soluție de tanin. Dacă cufundăm celula într'o soluție de clorură de sodiu, aceasta traversează membrana și pătrunde în celulă până când concentrațiunea ei în interiorul celulei este egală cu cea exterioară. În acest moment intrarea clorurei de sodiu se oprește. Dacă însă punem celula într'o soluție de clorură ferică lucrurile se petrec altfel: de îndată ce clorura ferică intră în celulă ea se combină cu taninul formând o cerneală coloidală; clorura ferică încetează de a mai fi în soluție și noi cantități vor putea intra în celulă, deoarece va persista un dezechilibru continuu între exterior și interior. Urmarea va fi că întreaga clorură ferică din soluție va fi concentrată în celulă. Ingrămădirea aceasta nu se datorește unei proprietăți misterioase selective a membranei celulare ci este datorită numai întrebuițării pe care substanța o găsește în celulă.

2. Din punct de vedere energetic, viața reprezintă o întârziere în evoluția fatală a substanței minerale din litosferă spre echilibrul termodinamic. Tot timpul cât durează viața, ea trebuie să se mențină la un anumit potențial energetic, care nu este un echilibru adevărat ci o stare dinamică staționară, care nu se poate realiza decât grație circulației continue de materie și energie prin celula vie.

În lumea inanimată, găsim sisteme fizico-chimice care reprezintă schematic, până la un punct, această stare a celulei vii: reacțiunile fotochimice reversibile.

Sub acțiunea luminii, antracenul se polimerizează suferind o transformare în care energia liberă crește. Se ajunge la o stare de echilibru aparent caracterizată printr'un anumit raport între concentrațiunile celor două specii moleculare antracen și diantracen. Această stare nu este un echilibru adevărat deoarece natura celor două reacțiuni contrare, care determină starea staționară, este deosebită: una este fotochimică și se petrece în sensul unei creșteri

a energiei libere și cealaltă este o reacțiune termică obișnuită și se petrece în sensul unei scăderi a energiei libere.

Imediat ce lumina încetează, starea staționară se modifică, sistemul evoluează în sensul fatal al unei scăderi a energiei libere: diantracenul se depolimerizează, conducând la echilibrul termodinamic adevărat.

3. Viața răspunde mediului, adaptându-se. Această adaptare trebuie pusă în legătură tot cu economia energetică a organismului viu.

Găsim în sistemele fizico-chimice o tendință care se poate compara până la un punct cu această proprietate a substanței vii și care este reprezentată prin principiul lui LE CHATELIER-BRAUN (principiul deplasării echilibrului):

Când unul din factorii care determină echilibrul unui sistem variază, sistemul se modifică în sensul ca să se opună variațiunii factorului și ca să o anuleze parțial. Cu alte cuvinte un sistem în echilibru este conservator.

De exemplu dacă temperatura crește, sistemul evoluează în sensul în care se produce o absorbție de căldură, dacă presiunea crește, sistemul evoluează în sensul în care se produce o micșorare de volum, etc.

Se poate găsi oarecare palidă analogie cu adaptarea.

4. Mecanismul după care se desfășoară funcțiunile vitale este, în liniile sale generale, același. Răspândirea aceluiași agenți: cofermenții nicotinici, citocromul, glutatiunul, enzimele, vitaminele, hormonii, etc. în toată scara organismelor vii demonstrează analogia mecanismului funcțional la toate nivelele de viață.

Deosebirea între organisme vii care se găsesc la diferite nivele în scara biologică, pare a fi deci mai mult de natură cantitativă decât calitativă: organismul cu cât este mai ridicat în scară, cu atât consumă și sintetizează mai economic.

Ceva mai mult, viața își fabrică ea însăși, dela început, agenții capabili nu numai să-i construiască substanța proprie dar și să o destrame redând mediului materia în care a palpitat un moment scânteia vieții. Dar această acțiune de destrămare nu se manifestă aparent decât în momentul când viața a încetat: în timpul vieții, chiar dacă substanța proprie este descompusă, această descompunere este contrabalansată de sinteză.

Și acum un ultim cuvânt pentru a încheia.

Oamenii au căutat totdeauna să construiască cu imaginația mecanisme care să țină locul realului, dându-și astfel iluzia că au reușit să cunoască ceva din nemărginitul necunoscut. În fața turburătorului mister al vieții, care îi umple de neliniște, oamenii iau aceeași atitudine și caută să reducă viața la procese fizico-chimice. Este sigur însă că mecanismele fizico-chimice imaginate pentru interpretarea fenomenelor ce se petrec sub imperiul vieții sunt departe de a fi satisfăcătoare azi.

Totuși trebuie să recunoască oricine că progresele cele mai mari s'au făcut în biologie din momentul când cercetarea a fost condusă după metode fizico-

chimice, ceea ce arată că aceasta este calea pe care se poate câștiga o mai completă înțelegere a vieții. Un lucru însă nu trebuie pierdut din vedere: mecanismul fizico-chimic nu explică viața, el nu este decât ipoteza de lucru care conduce cercetarea, proiectând o lumină vremelnică pe misterioasele manifestațiuni ale vieții. Viața trebuie înțeleasă prin ea însăși, înafara analogiilor fizico-chimice.

Se va ajunge vreodată la această înțelegere?

Pentru a nu pierde încrederea în puterea de cunoaștere a minții noastre suntem obligați să credem că da.

O bibliografie completă a subiectului ar ieși din cadrul prezentului referat. Mă voi mărgini să indic numai câteva expuneri de ansamblu în care cititorul va putea găsi informațiuni mai complete asupra unora din chestiunile tratate.

BUCHANAN and FULMER, *Physiology and biochemistry of Bacteria*, vol. I, 1928. *Chemie und Krebs*, 1940, Berlin.

VI-ème Conseil de Chimie Solvay, 1937.

Ergebnisse der Vitamin- und Hormon-Forschung, I. B. 1938. II. B. 1939. Leipzig.

Exposés annuels de Biochimie Médicale publiés sous la direction de Michel Polonovski, I-ère et II-ème série, 1939, Paris.

LECLERC du SABLON, *Le rôle de l'osmose en biologie*. Paris.

L. MRAZEC, *Progresul Științei Mineralogice în cei 40 de ani din urmă*, 1937, București.
— *Curs general de Mineralogie și Rocă*, sub tipar.

NORD-WEIDENHAGEN, *Handbuch der Enzymologie*. 2 Bände. 1940. Leipzig.

WO. OSTWALD, *Metastrukturen der Materie*. 1935, Dresden.

H. STAUDINGER, *Die Hochmolekularen organischen Verbindungen*, Berlin 1932, și numeroase articole în reviste de specialitate.

M. STEPHENSON, *Bacterial Metabolism*, II. ed. 1939, London.

KURT STERN, *Pflanzen-Thermodynamik*, 1933, Berlin.

THATCHER, *Science New-York N. S.* 79.463 (1934). *Chem. Zentralblatt*, 1934.II.2843.

EVOLUȚIA FIINTELOR ORGANIZATE

de RADU CODREANU

EVOLUȚIA ÎN NATURA ANORGANICĂ ȘI ORGANIZATĂ

Noțiunea de evoluție, — având originea etimologică în latinescul *evolvere*, desfășurare, — înseamnă în înțelesul său cel mai larg, o succesiune de stări necesare ale unui sistem individualizat, în funcție de timp. Ea îmbină principiul devenirii universale, — anticul Πάντα ρεῖ —, cu acel al continuității cauzale și ca atare, se aplică atât lumii anorganice cât și naturii organizate. În științele fizice, se vorbește de evoluția galaxiilor, a sistemelor solare sau a globului pământesc, de evoluția mineralelor și mai recent, de transmutarea elementelor chimice din sistemul periodic al lui MENDELEIEFF, realizată în urma ultimelor progrese asupra structurii corpusculare a atomilor, cu ajutorul fenomenelor radioactive. Totuși, domeniul propriu al evoluției, de unde această idee a pornit și s'a impus treptat celorlalte discipline analitice și apoi gândirii științifice în general, este incontestabil studiul ființelor organizate. Intr'adevăr, tot atât de caracteristice ca și schimburile materiale și energetice, sunt pentru organisme vii, fenomenele progresive și ireversibile de evoluție, care se manifestă nu numai prin ciclul individual al dezvoltării ontogenetice, dar și printr'un ritm milenar la nivelul filogeniei, al transformării speciilor și grupurilor de plante și animale. Astfel, în științele biologice, teoria evoluției ocupă o poziție centrală, reprezentând cea mai vastă și mai importantă generalizare, singura care permite o explicare unitară și rațională a imensului număr de particularități, fără să fie contrazisă de niciun argument științific valabil. Ea îmbrățișează într'o uriașă sinteză întreaga istorie a lumii organice pe pământ, dovedind capacitatea extraordinară a vieții creatoare de forme infinit de variate, de structuri din ce în ce mai complicate, de adaptări uimitoare prin perfecția lor. Vieța apare ca un proces de expansiune cuceritoare a diferitelor medii ale planetei noastre, ca o înlanțuire năsfârșită de transformări constructive, ce par a desfițe legea entropiei, care comandă evoluția degradantă a sistemelor anorganice. În lumina evoluției, viețuitoarele devin produse istorice, iar gruparea lor după grade de asemănare, expresia înruderii lor reale prin descendența celor mai superioare și mai recente din altele mai simple, din epoci geologice tot mai îndepărtate, până la primele licăriri de vieță, apărute după consolidarea scoarței terestre.

TREPTLE ACTUALE DE ORGANIZARE ALE VIEȚII

În natura actuală, diversitatea nesfârșită a ființelor vii poate fi redusă la următoarele patru trepte principale de organizație:

1. Starea *pluricelulară*, corespunzătoare Metazoarelor și Metafitelor, dela cele mai rudimentare asociații celulare până la cele mai complexe organisme, prezentând o diferențiere morfologică progresivă a elementelor constitutive, prin diviziunea muncii fiziologice, paralel cu coordonarea lor într'un întreg funcțional armonios, grație unor minuțioase corelații umorale și nervoase; solidaritatea celulelor provenite din segmentarea oului e definitivă, cu excepția ultimelor stadii de dezvoltare ale elementelor sexuale, care sunt disociate. Structura pluricelulară implică distincția între *soma* și *germen*, prima fiind corpul muritor al indivizilor, care poartă celulele germinale reproducătoare, potențial nemuritoare, căci stabilesc legătura materială între generații. Fiecare individ pluricelular este construit *din nou* de către germen, prin procesul caracteristic al embriogeniei sau ontogeniei.

2. Starea *monocelulară*, realizată de Protistele microscopice, susceptibile totuși de o diversificare structurală destul de înaintată și de un ciclu de dezvoltare uneori foarte complicat; la ele, surprindem ivirea sexualității pe lângă multiplicarea prin bipartițiune, precum și bifurcarea în plante și animale, prin polarizarea funcțiilor celulare spre nutriția autotrofă sau heterotrofă.

3. Starea *precelulară*, a Cyanoficeelor și Bacteriilor, fără nucleu individualizat, cu dimensiuni minime, uneori ultra-microscopice, îndeplinind ca agenți ai fermentațiilor și putrefacțiilor un rol fundamental în economia naturii, prin degradarea și mineralizarea substanțelor organice. Aceste Protocariote pot da forme rezistente la temperaturi extreme, se arată excesiv de polimorfe în raport cu variațiile mediului de cultură, iar cele autotrofe sunt capabile de sinteză totală într'un mediu pur mineral.

4. În sfârșit, cea mai elementară treaptă de viață o găsim la Virusurile filtrante, simple *agregate nucleo-protidice*, uneori monomoleculare, putând străbate ultra-filtrele de colodiu sau gelatină, existența lor fiind demonstrată numai prin acțiunea lor patogenă sau delicate metode fizice: fotografia în ultra-violet, ultra-centrifugarea, microscopul electronic. Virus-proteinele *cristalizabile* ne uimesc prin această proprietate a lor, care pare incompatibilă cu eterogeneitatea și dinamismul fenomenelor vitale.

FILIAȚIA STRICTĂ A VIEȚUITOARELOR

Considerată chiar la limita sa inferioară, viața este separată printr'un hiatus considerabil față de materia anorganică. Dacă prin dimensiunile lor, virus-proteinele cristalizabile înlesnesc tranziția către cele mai mari complexe structurale inerte, totuși prin filiația lor riguroasă din tulpini preexistente și perpetuarea strictă a proprietăților lor specifice, ele exclud posibilitatea deri-

vării lor din anorganic. Cu atât mai exclusă este generația spontană a Bacteriilor, dela memorabilele experiențe ale lui PASTEUR, confirmate de o practică bacteriologică universală de peste trei sferturi de secol; mai mult, Bacteriile au o structură precisă, afinități cromatice și însușiri biochimice definite, alcătuind o lume foarte variată, în care problemele evoluției, ca specificitatea și mutabilitatea, se pun aproape ca la organismele celulare. Iar în prezent, știm că celula, elementul fundamental al organizației vietăților din cele trei regnuri (Protiste, Vegetal și Animal), posedă o enormă complexitate morfoloică și funcțională, atât în privința constituenților citoplasmici, importanți în metabolism, cât și prin diferențierea nucleului într'un sistem cromosomic, cu rol determinant în reproducere, ereditate și sexualitate. Putem afirma cu certitudine că toate organismele celulare provin din celule preexistente. Astfel, indiferent de treapta de organizație, materia vie ia naștere numai din ea însăși.

NATURA VIEȚII: VITALISM ȘI MECANISM

Pe un alt plan, caracterele de autonomie, de ireductibilitate a vieții la procesele pur fizico-chimice, alimentează vechiul conflict, mereu reînnoit, între vitalism și mecanism. Cunoașterea naturii intime a vieții ar fi de un neprețuit folos pentru deslegarea problemei originii ei pe pământ și lămurirea deplină a factorilor evoluției organismelor. Analiza fenomenelor vitale, întreprinsă de Fiziologie, a permis reducerea celor mai multe funcții elementare la procese fizico-chimice, deci la un determinism comun cu al naturii anorganice. Subsistă totuși grava chestiune, neconținut agitată de biologi și filosofi contemporani, anume în ce măsură suma proceselor elementare poate justifica proprietățile globale, tocmai cele mai caracteristice ale vieții, cum sunt: auto-regulația adaptativă tinzând la menținerea echilibrului intern, ordinea ierarhică a părților subordonată armoniei întregului, aspectul finalist al morfogenezei, direcția adesea ineluctabilă în evoluție, etc. Astfel se explică dezvoltarea a numeroase concepții, fie pur vitaliste ca acelea ale lui DRIESCH (1931), BERGSON (1907), HALDANE (1929), OLDEKOP (1930), fie depășind mecanismul către vitalism, cum sunt emergența lui L. MORGAN (1927), holismul lui SMUTS (1926), organicismul lui BERTALANFFY (1932), etc. Nu este locul de a decide dacă argumentele invocate sunt reale și permanente, sau rezultă numai din nerăbdare speculativă față de încetineala firească a promovării cercetărilor pozitive. În orice caz, în interpretarea întregului trebuie ținut seama nu numai de suma proprietăților elementare, ci și de interacțiunile lor. Merită poate să fie semnalată încercarea lui P. JORDAN (1939) de a considera fenomenele biologice din punctul de vedere al proceselor microfizice și al indeterminării din Fizica cuantică. MAX HARTMANN (1937) accentuează însă că legile Biologiei, deși în majoritate calitative, sunt totuși de strictă cauzalitate; dar spre deosebire de caracterul general al celor fizice, ele se raportează mai ales la condițiile specifice de complicație ale corpurilor vii.

Din punct de vedere metodologic, intervenția unui principiu transcendent, a unei entități adăugate structurii și metabolismului în vederea asigurării unității, ordinii și finalității, nu poate constitui un instrument de adevărat progres științific. Explicațiile pur vitale s'au dovedit de cele mai multe ori, numai etape premergătoare unei rezolvări fizico-chimice și cauzale a problemelor biologice, de exemplu: analiza fecundației prin partenogeneza experimentală, modul de acțiune al organizatorului în ontogeneză, mecanismul genelor ereditare în realizarea fenotipului, etc. De aceea apare foarte îndreptățită concluzia lui NEEDHAM (1936), după care valoarea mecanismului constă mai puțin în reducerea analitică a unui fenomen la elementele sale constitutive, cât mai ales în respingerea formală din cadrul explicației științifice, a oricărui factor transcendent, neverificabil și nemăsurabil.

IPOTEZELE ORIGINII VIEȚII

Deși în natura actuală, viața continuă numai asemenea ei înșiși, fără să înceapă cu adevărat pe seama materiei inerte, totuși conceptul evoluției impune cercetarea originii ei pe pământ. Intr'adevăr, globul terestru n'a putut oferi condiții prielnice vieții decât cu vreo 1.600 milioane ani în urmă, anume după precipitarea vaporilor de apă și scăderea temperaturii sub 55°C. Strămutată din prezent în trecutul îndepărtat, originea vieții devine cu atât mai enigmatică și pentru a ne reprezenta începuturile ei, nu avem de ales decât între două ipoteze: panspermia cosmică și generația spontană. Panspermia cosmică, implicând pluralitatea lumilor locuite, presupune însămânțarea dela exterior a planetei noastre cu germeni de viață, transportați de meteorite sau prin presiunea razelor cosmice. Ea nu ne satisface din punct de vedere teoretic căci nu soluționează, ci numai deplasează problema, afară numai dacă admitem permanența vieții în univers, ca și a materiei anorganice. Nu are în sprijinul ei nicio constatare pozitivă, ba dimpotivă întâmpină obiecții grave: pe de o parte condițiile abiotice din spațiile interstelare, unde domnesc zero absolut și puterea sterilizantă a razelor ultraviolete, pe de alta probabilitatea extrem de redusă ca în galaxia noastră, să existe un sistem solar cu altă planetă purtătoare de viață.

A doua ipoteză, generația spontană, izgonită rând pe rând din cadrele clasificării viețuitoarelor, paralel cu progresul cunoștințelor asupra celulei și microorganismelor, rămâne pentru mulți un postulat, redevenit actual prin descoperirea ultra-virusurilor cristalizabile. Acestea lasă deocamdată deschisă marea întrebare: sunt ele reprezentanții paraziți intracelulari ai unei clase de organisme, susceptibile și de nutriție autotrofă ori saprobie și neidentificabile încă în natură, sau nu constituiesc ființe autonome, ci numai mari molecule de fermenți, capabile de multiplicare autocatalitică în contact cu mediul celular? Generația spontană ar câștiga mult în probabilitate, dacă am putea

ajunge la convingerea că odată cu evoluția globului s'au schimbat și condițiile cosmice, astfel încât cele actuale nu mai corespund împrejurărilor inițiale, în care a avut loc geneza vieții. O sugestie în acest sens, schițează considerațiile recente de ordin chimic ale lui DESGUIN și DAUVILLIER (1939); după aceștia, atmosfera primordială a pământului, lipsită de oxigen și ozon care să limiteze spectrul solar, permitea radiațiilor ultraviolete să realizeze fotosinteza *directă* a aldehidei formice, proces care în natura actuală este apanajul exclusiv al plantelor cu clorofilă, inexistentă pe atunci. Liberarea de oxigen și ozon pe seama acestei reacții a provocat limitarea progresivă a spectrului solar, oprind pentru totdeauna sinteza directă a materiilor organice, premergătoare apariției vieții; în schimb, oxigenarea atmosferei a fost salvatoare pentru primele ființe vii, permițându-le o respirație aerobă și mai ales ocrotindu-le față de acțiunea nocivă a razelor ultraviolete.

FAZELE ISTORICE ALE EVOLUȚIONISMULUI

Făcând abstracție de cauzele prime, încă inaccesibile soluționării științifice, ne vom ocupa aici de aspectele Evoluționismului în cadrul nu mai puțin grandios, pe care-l oferă natura actuală și resturile nenumăratelor viețuitoare stinse, păstrate în sedimentele geologice. Deși concepțiile evoluționiste au primit abia în a doua jumătate a secolului trecut o sancționare științifică definitivă, ele pot fi urmărite până în cele mai îndepărtate timpuri ale gândirii omenești, fiind aproape tot atât de vechi ca și ideile antagoniste ale Creaționismului sau Fixismului. Observarea animalelor și vegetalelor înconjurătoare, a permis de mult Omului să identifice, sub nume diferite, speciile, să le claseze în grupuri după asemănările de formă și ale felului de traiu, în sfârșit, să constate adaptările lor, adică potrivirea între organizație și mediu sau moravuri.

În concepția fixistă, speciile sunt entități imuabile, provenind fiecare dintr'o creație specială; complicarea progresivă a lor culminând cu Omul, nu e decât expresiunea planului urmat de Puterea creatoare; adaptările sunt rezolvate *a priori*, fiecare specie fiind întrădăns înzestrată pentru un anume mod de viață, confirmându-se astfel încă odată înțelepciunea Providenței. Aceasta e singura interpretare la care suntem reduși, dacă am renunța la noțiunea evoluției. Cu tot caracterul ei antiștiințific, doctrina fixistă a fost atotputernică un lung șir de veacuri: dela ARISTOT (384—322 a. Cr.) a trecut prin Arabi, la doctorii scolastici din secolul al XIII-lea, care au acordat-o cu textele biblice, și ca atare o vedem profesată de mari personalități științifice, cum erau LINNÉ (1707—1776) și CUVIER (1769—1832); pentru a o împăca cu rezultatele Paleontologiei, pe care el însuși o crease, CUVIER a recurs la teoria revoluțiilor globului, iar un elev al său, ALCIDE d'ORBIGNY (1852) a imaginat existența a nu mai puțin de 27 creații succesive, spre a explica repopularea pământului cu plante și animale după fiecare catastrofă.

Evoluționismul a avut o lungă fază speculativă, începând cu reprezentanții școalei Ionice (500 a. Chr.), regăsindu-se la unii părinți ai bisericii până în veacul al VIII-lea, reapărând după perioada scolastică la câțiva filosofi ai Renașterii și continuându-se, în fine, cu vigoare crescândă la Enciclopediștii secolului al XVIII-lea. Premizele lui științifice trebuie căutate în lărgirea cunoștințelor asupra formelor animale și vegetale, pe de o parte prin eforturile naturaliştilor clasificatori din secolul al XVII-lea și al XVIII-lea, favorizate de marile descoperiri geografice și expansiunea colonială a statelor europene, pe de alta, prin inventarea microscopului, care a dus la descoperirea lumii noi a microorganismelor. O puternică influență a avut promovarea metodelor pozitive și experimentale prin cercetările unor HARVEY (1578—1657), RÉAUMUR (1683—1757), și SPALLANZANI (1729—1799). Fără a uita pe anumiți filosofi ai veacului al XVIII-lea, se cuvine să considerăm pe BUFFON (1707—1788) drept un mare precursor al Transformismului științific; la edificarea acestuia au contribuit de altfel în cel mai înalt grad, fixiști autentici ca LINNÉ și CUVIER prin opera lor pur științifică.

Intemeietorul necontestat al Evoluționismului este LAMARCK (1744—1829), care în « Philosophie Zoologique » apărută în 1809, emite o teorie completă despre realitatea și mecanismul transformării viețuitoarelor. Deși adânc cunoscător al plantelor și Nevertebratelor, el nu și-a susținut teoria cu documente destul de convingătoare, ceea ce explică în parte indiferența, care a înconjurat-o timp de o jumătate de veac. De numele său, se leagă acela al lui ET. GEOFFROY ST. HILAIRE (1772—1844), unul din întemeietorii Anatomiei comparate, în care a formulat legi valabile și astăzi; aceasta nu l-a împiedecat totuși să-și aleagă rău exemplele în celebra dispută din 1830, contra lui CUVIER la Academia de Științe, în urma căreia teoria evoluționistă a fost considerată compromisă. Lui DARWIN (1809—1882) îi revine meritul de a fi impus lumii științifice Transformismul, sprijinindu-l cu un impresionant material de date pozitive, disociind demonstrarea evoluției ca stare de fapt de factorii care o determină și reunind pe aceștia într-o teorie explicativă pur mecanică. « Originea speciilor » (1859) a lui DARWIN inaugurează epoca eroică a Evoluționismului triumfător, care a dominat toate cercetările ulterioare în Biologie. HUXLEY (1825—1895) și HAECKEL (1834—1919) au contribuit enorm, — uneori cu prețul a violente polemice, — la dezvoltarea și răspândirea teoriilor transformiste, HAECKEL dând mai ales un considerabil impuls Embriologiei, în care vedea cel mai sigur mijloc pentru reconstituirea Filogeniei.

Către 1885, A. WEISMANN (1834—1914) plecând dela o teorie a eredității, care în multe privințe s'a dovedit o genială anticipare a Citogeneticii moderne, a formulat împotriva doctrinelor transformiste în curs, o serie de critici; fără a atinge realitatea evoluției, acestea rectificau importanța factorilor invocați pentru explicarea mecanismului ei. Criticele lui WEISMANN au accentuat divergența celor două curente, Ultradarwinismul și Neolamarckismul, între care

nici astăzi n'a intervenit un acord. Pe de altă parte, ele au găsit o strălucită confirmare în studiul mutațiunilor, întreprins de H. DE VRIES (1848-1935), care întemeiază în 1901 perioada experimentală a Evoluționismului și totdeodată o nouă teorie explicativă, Mutaționismul.

Ultimii 40 de ani se caracterizează prin acumularea unui prețios material comparativ, dar mai ales prin verificarea minuțioasă a acțiunii factorilor lamarckieni și darwinieni, pe baza rezultatelor înfloritoare ale Biologiei experimentale. Astfel a ieșit la iveală carența multor explicații teoretice, ceea ce a permis adversarilor să proclame în repetate rânduri criza Transformismului. Aceste atacuri pornesc fie dela spirite șovăelnice și ultrasceptice [FLEISCHMANN (1922), REINKE (1920), VIALLETON (1930), LEMOINE], fie dela reprezentanți ai clerului iezuit [WASMANN (1907) în Germania], sau dela unii politicieni (BRYAN în Statele-Unite, 1921). În general, ecleziaștii admit însă un Evoluționism spiritualizat, conform căruia universul ar evolua în virtutea cauzelor naturale secunde, instituite de Divinitate la facerea lumii. Adversarii științifici nu izbutesc să aducă nimic constructiv în schimb, după cum rezultă limpede chiar din cele mai noi critici ale lui HERIBERT-NILSON (1941); de asemenea încercarea lui LEMOINE de a discredita Evoluționismul în concluziile tomului V al « Enciclopediei franceze » (1937), s'a terminat printr'o lamentabilă înfrângere față de intervenția solidară a biologiștilor dela Sorbonna sub președinția obiectivă a renumitului fiziologist LAPICQUE, care a încheiat astfel desbaterile (1938): « Teoria evoluției e o lumină într'o direcție care mi se pare aceea a adevărului și cred că fără pasiunea filosofică sau religioasă, care vrea să așeze pe Om înafară de animalitate, de mult ar fi încetat orice discuție ».

DISTINCȚIE INTRE REALITATEA ȘI MECANISMUL EVOLUȚIEI

Din această scurtă recapitulare istorică, rezultă și oportunitatea punerii la punct pentru publicul științific românesc, a aspectelor actuale ale Evoluționismului, care departe de a fi un domeniu închis, de interes retrospectiv, are un conținut în plină prefacere și legături organice cu mișcarea biologică contemporană. Pentru a ne da mai bine seama de valoarea Transformismului și a putea distinge latura sa ipotetică de imensul complex de date obiective, care se impun cu o putere irezistibilă de convingere, este potrivit să considerăm problemele sale, după exemplul atâtor autori dela DARWIN încoace, din următoarele două puncte de vedere: 1) examinarea dovezilor c o n v e r g e n t e, furnizate de diferitele discipline biologice în sprijinul evoluției ca fapt împlinit; 2) bilanțul cunoștințelor noastre asupra factorilor care îi asigură mecanismul. Aceste două părți comportă soluții în mare măsură independente, bazate în ceea ce privește prima mai ales pe metoda comparată, pe când în cea de a doua predomină metodele experimentale. Spațiul nu-mi îngăduie să tratez aici decât prima parte, urmând ca a doua să facă obiectul unei publicații ulterioare.

DOVEZILE PALEONTOLOGIEI ANIMALE ȘI VEGETALE

Deoarece transformările viețuitoarelor s'au petrecut în timp, este firesc să începem prin a ne adresa Paleontologiei și a vedea în ce măsură putem reconstitui evoluția cu ajutorul fosilelor, vestigii ale faunelor și florelor care au populat globul în epocile geologice trecute. Nu trebuie să ne ascundem dificultățile, inerente caracterului lacunar al documentelor paleontologice, căci cu atât mai multă valoare vor avea datele pozitive. Fazele inițiale ale evoluției organismelor sunt iremediabil pierdute din cauza metamorfismului profund suferit de stratele precambriane, a căror durată, evaluată după grosimea lor, întrece mult pe aceea a tuturor păturilor ulterioare fosilifere. Lumea Nevertebratelor o găsim deja diversificată în principalele ei grupe mari; ea este prea veche în momentul în care începem s'o cunoaștem, pentru ca să ne poată arăta cum s'a format (ARAMBOURG). Evoluția s'a continuat însă cu destulă amploare din Cambrian și până în Quaternar, în interiorul grupurilor de Nevertebrate, de exemplu la Echinoderme și Insecte, la Cefalopode și Pachyodonți printre Moluște, fiind însă mai ales evidentă la Vertebrate. Pretutindeni avem manifestarea tangibilă a unei *succesiuni evolutive ierarhice*: tipurile și formele nu se succed la întâmplare, ci cu cât apar mai târziu cu atât sunt mai ridicate în organizație sau mai bine adaptate la un anumit fel de viață (fig. 1). Istoria Vertebratelor aeriene, în deosebi aceea a Reptilelor în Secundar și a Mamiferelor în Terțiar, — când aceste grupe numărau mult mai mulți reprezentanți decât în fauna actuală, —

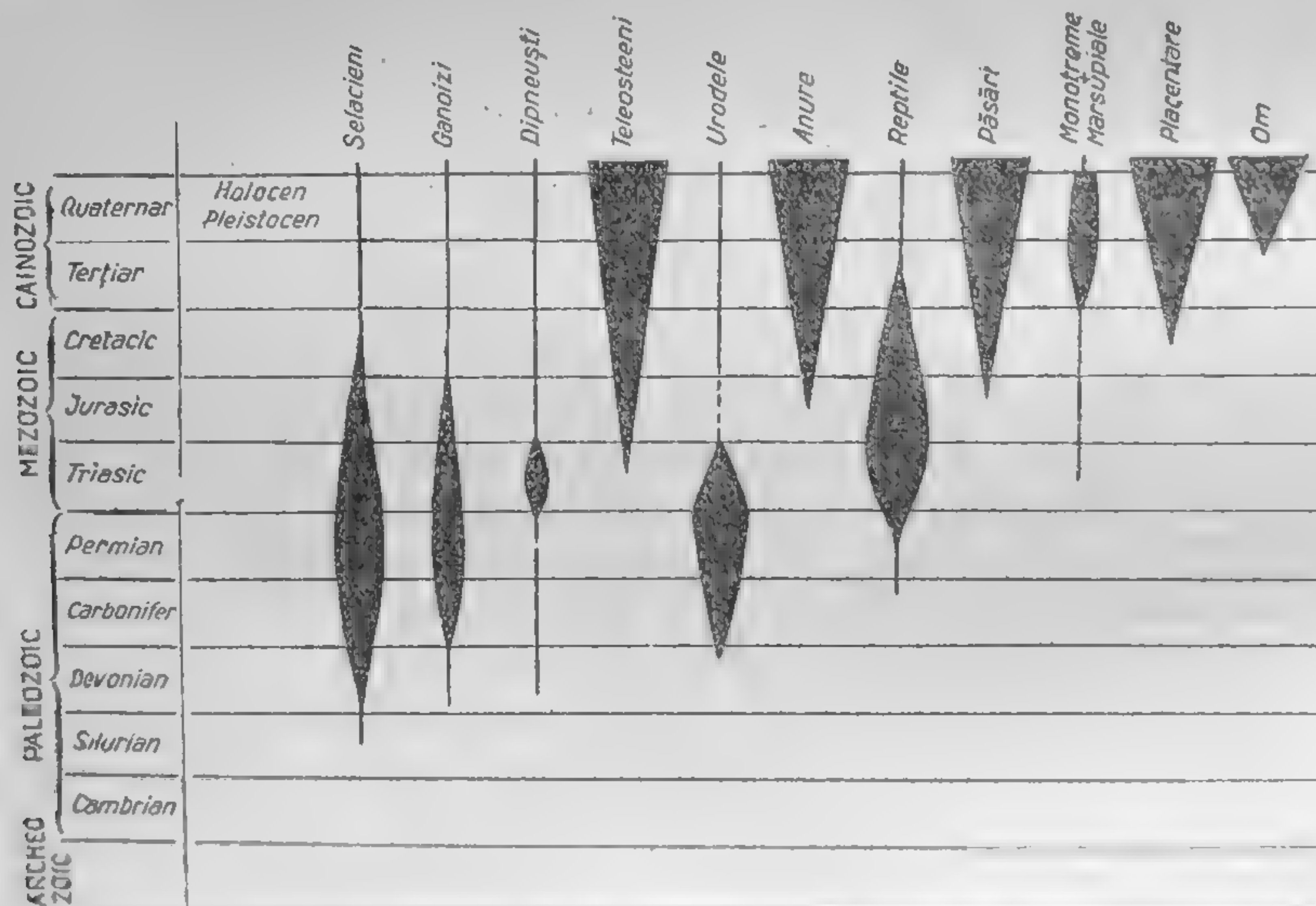


Fig. 1. — Succesiunea geologică a Vertebratelor: diferitele grupuri, cu cât sunt mai superioare, cu atât au apărut mai târziu. Pentru fiecare grup, grosimea este proporțională cu numărul reprezentanților. (După Plate 1925, fig. 30).

evenimente ca apariția Peștilor în Silurianul superior, a Insectelor holometabole în Permo-Triasic, a Păsărilor în Juristic, a Omului în Pliocen, — sunt expresia unei evoluții indiscutabile, căreia nu i se poate obiecta că nu a creat nimic nou față de primele faune cunoscute. Dovezi tot atât de limpezi oferă și Palcontologia vegetală, dacă ne raportăm la apariția și diversificarea grupurilor târzii, cum sunt Gymnospermele începând din Devonian, Angiospermele din Cretacic. Pentru fiecare grup amănunțit studiat, se constată o enormă durată a transformărilor; evaluările noastre sunt întrecute, dacă ținem seama că data reală a apariției unui tip este de fapt anterioară vârstei primelor fosile cunoscute, ceea ce nu schimbă însă raporturile cronologice dintre grupe.

Dacă în cursul epocelor geologice, viețuitoarele au derivat într'adevăr unele dintr'altele, fosilele trebuie să cuprindă *forme de tranziție*. În general, originea grupurilor rămâne obscură; acestea apar brusc și prezintă foarte curând o diferențiere multilaterală, oarecum explozivă. Pentru interpretarea acestor aspecte, să nu uităm că fosilizarea e un fenomen excepțional, reclamând un concurs rar de împrejurări favorabile; formele inițiale au fost mici, strict localizate și de scurtă durată, fiind curând înlocuite prin tipurile mai evoluate cărora le-au dat naștere și aceste condiții scad probabilitatea de a le regăsi în stare fosilă.

S'au descoperit totuși remarcabile forme de trecere, având un amestec de caractere comune la două grupuri și, din această cauză, o poziție incertă în clasificare; astfel sunt: *Spirulirostra* și *Belosepia* între Belemnitiile secundari și Cefalopodele actuale; *Ichthyostegidele* din Devonianul superior între peștii Crossopterygieni și primele Vertebrate tetrapode terestre; *Seymouria (Conodectes)* din Permianul inferior între Stegocephali și Reptile; celebrul *Archaeopteryx* (fig. 2)



Fig. 2. — *Archaeopteryx lithographica* din Juristic, de mărimea unui porumbel, cea mai veche pasăre cunoscută, având un a-

mestec de caractere aviare (conformația generală, pene) și reptiliene (cioc cu dinți, aripile cu 3 degete apucătoare, coada lungă din 20 vertebre, etc.)

(Din Plate 1925, fig. 29).

din Jurasicul dela Solenhofen, între Reptile și Păsări; Cynodonte și Ictidosaurieni din Triasic între Reptile și Mamifere; *Pithecanthropus* și *Sinanthropus* între restul Primatelor și Om. Pe lângă acestea, cunoaștem tipuri zise *sintetice* sau *colective*, reprezentând focare evolutive din care provin grupurile diferențiate; citez: Cystideele paleozoice, la origina diverselor Echinoderme; Insectele primitive carbonifere din care s'au desprins ordinele actuale; Pseudosuchiile triasice care au dat diversitatea Reptilelor mezozoice; Mamiferele eocene (Condylarthre, Creodonte), strămoși ai ordinelor recente și specializate. Dintre vegetalele fosile, Psilophytalele devoniene întruneau caractere de Pteridofite, Bryofite și Thallofite; Pteridospermeele concretizează trecerea dela Cryptogame la Gymnosperme, iar Caytonialele realizează prima etapă de ovul închis, conducând la Angiosperme.

Speciile cunoscute în stare fosilă nu reprezintă decât o neînsemnată fracțiune din faunele și floarele care s'au succedat în timpurile geologice. Așa se explică lipsa de forme riguros intermediare, în sensul unei serii de indivizi care printr'o gradație insensibilă să lege specii din două grupuri ulterior devenite autonome. Totuși, în interiorul grupurilor cu o evoluție târzie și bogate în fosile, s'au putut stabili splendide *serii continue* sau *ortogeneze*, cuprinzând complicități sau reduceri progresive ale acelorași organe, variații în direcții *definite*, observate la niveluri geologice *successive*. În ceea ce privește Nevertebratele, s'a urmărit astfel ornamentarea sau simplificarea cochiliei la diferite Gastropode terțiare, la Amoniții mezozoici, la Brachiopode. Printre Vertebrate, Mamiferele au permis reconstituirea unei filiații complete în cursul Terțiarului la Titanotherieni, Rhinocerotide, Proboscidiieni (fig. 3), diferite Artiodactyle, dar mai ales la Equidee, care constituie un exemplu clasic. Intr'adevăr, filogenia Calului prezintă un complex de transformări ortogenetice, care au dus într'un interval de 50 milioane ani, dela *Eohippus* eocen, de mărimea unei vulpi, cu membre tetradactile și dinți brachiodonți la Calul actual, cu membre monodactile și dinți alungiți cu creștere continuă (fig. 4); între cei doi termeni extremi ai acestei ortogeneze, s'au descoperit o sumedenie de tipuri intermediare, a căror istorie este complicată prin extincțiuni și repetate migrațiuni între cele două Americi, Asia, și Europa. S'a obiectat că unele seriațiuni sunt arbitrare, reprezentând numai evoluția funcțională a unor organe, independent de legăturile genealogice reale. Obiecția poate fi cel mult valabilă pentru unele amănunte, dar nu infirmă semnificația generală a ortogenezelor ca modalități de evoluție.

S'a înfățișat ca un argument contra evoluției, existența tipurilor *pancronice*, care au persistat aproape fără modificări din timpuri geologice străvechi până în prezent. Astfel, unii Radiolari precambrieni intră în genurile actuale; între Lingulele și Pleurotomariile cambriene și cele de azi nu sunt decât slabe diferențe specifice; Nautilul a rămas neschimbat dela sfârșitul Paleozoicului; *Hatterla* (*Sphenodon*) din Noua-Zeelandă nu diferă de Rhynchocephalii

tri
Eo

Fig.
mări
facia
cani
între
(Mic

cons
ale

triasici; *Ginkgo biloba* e cea mai veche specie vegetală în viață, datând din Eocen. Răspunsul e, că aceste forme fac parte din grupuri care au evoluat

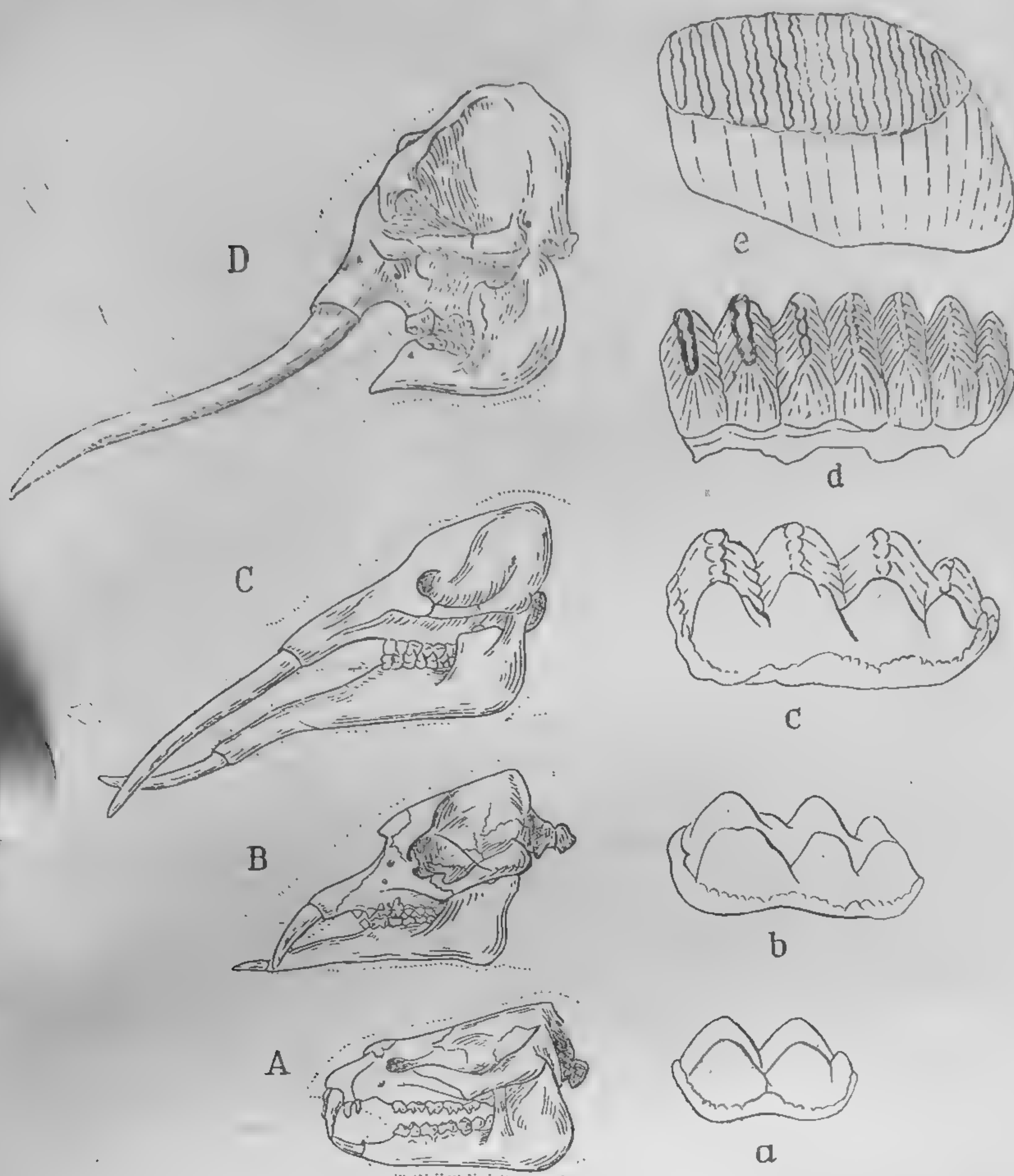


Fig. 3. — Evoluția ortogenetică a Elefanților (Proboscidenilor), exemplificată prin transformările capului și dentiției în cursul Terțiarului: înălțarea craniului posterior, mărirea unghiului facial, dezvoltarea incisivilor II în enormi colți de fildeș, dispariția celorlalți incisivi și a caninilor, creșterea măselelor prin contopirea tuberculelor în creste și depunerea cimentului între ele. — A, a: *Moeritherium* (Eocen); B, b, *Palaeomastodon* (Oligocen); C, c: *Mastodon* (Miocen); d: *Stegodon* (Pliocen); D, e: *Elephas* (Pleistocen, Actual). (Combinat după Boule și Piveteau 1935, fig. 952—953)

considerabil în totalul lor, unele fiind singurele supraviețuitoare sau *relicte* ale unor grupuri stinse după o amplă diversificare; ele arată că evoluția tipu-

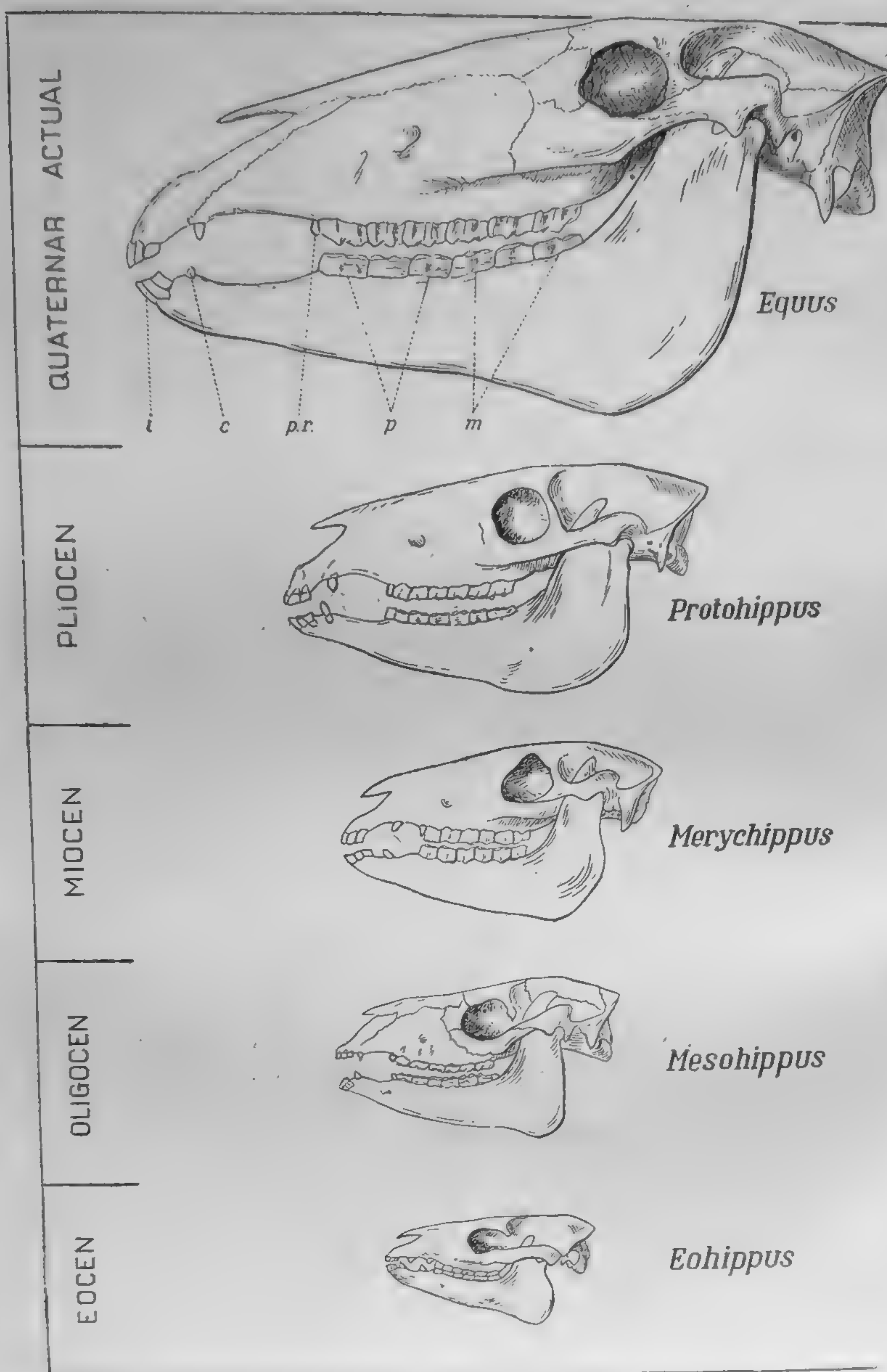
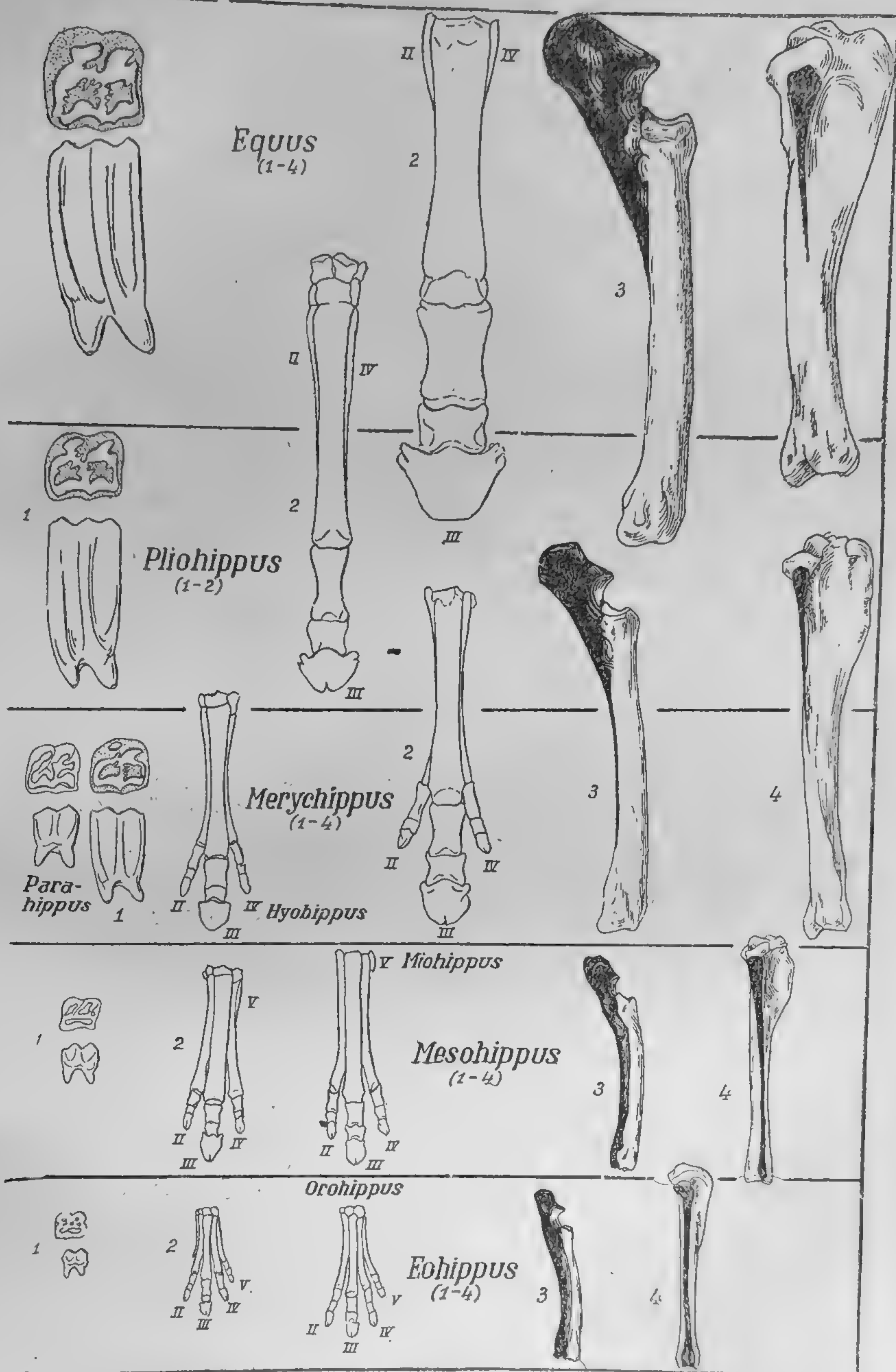


Fig. 4. — Evoluția ortogenetică a Calului (Equidelor) în cursul subdiviziunilor Terțiarului, alergătoare. Compararea stadiilor succesive de evoluție arată creșterea progresivă a mărimum cubitusului și peroneului (în negru), dând o mai mare rigiditate membrilor. (Craniile după Abel din R. Hertwig 1927, fig. 31 și Boule et Pivoteau



în raport cu o specializare progresivă la viața de stepă ierboasă: animale erbivore, perfecte corpului (vezi craniile!); alungirea dinților și complicarea suprafeței lor triturante; reducerea A b e l 1929, fig. 148; molarele din K r ü g e r 1939, fig. 44; membrele anterioare după 1935, fig. 1049; antebratul și gamba după A b e l 1929, fig. 150, 151)

rilor organice nu e uniformă, nici extincția lor sincronă, având un potențial evolutiv propriu, care le condiționează un succes inegal pe scena lumii.

Studiul ortogenezelor paleontologice a condus la formularea unor reguli empirice, care exprimă în mod statistic, principalele modalități ale nașterii, dezvoltării și stingerii grupurilor. Astfel e legea *creșterii filetice a mărimii corpului* enunțată de DEPÉRET în felul următor: « toate grupurile încep cu specii mici și produc forme din ce în ce mai mari în cursul evoluției lor ». Altă lege, deosebit de importantă, este aceea a *specializării și nespecializării*, datorită lui COPE, după care evoluția pornește dela tipuri primitive, generalizate spre forme specializate treptat în diferite direcții. Specializarea se traduce printr'o adaptare funcțională cât mai strânsă la un anumit fel de viață, de exemplu în legătură cu regimul alimentar, cu modul de locomoție, etc. Ea limitează și epuizează potențialul de variație, căci realizarea unui anumit grad de specializare într'o direcție determinată, implică incapacitatea de a mai evolua într'un alt sens decât cel inițial. În cursul ortogenezelor, se separă deci pentru totdeauna posibilitățile evolutive reunite la formele generalizate strămoșești. Anatomicește, specializarea poate fi progresivă sau regresivă, dar în ambele cazuri, ea ajunge la o perfecționare funcțională, la o adaptare cât mai desăvârșită; din acest punct de vedere, evoluția Plantelor și Animalelor are un caracter *progresiv* incontestabil. O lege fundamentală a evoluției, este *ireversibilitatea* ei, relevată de DOLLO. Niciodată în istoria unui grup, nu s'a constatat reapariția unui stadiu evolutiv anterior, chiar dacă a avut loc o reîntoarcere la felul de viață al strămoșilor. Alte organe vor asigura funcțiile corespunzătoare; cele dispărute pot fi înlocuite, dar niciodată recâștigate; nicio repetiție exactă a trecutului nu este posibilă.

De multe ori, nașterea și expansiunea unui grup este consecutivă extincțiunii unui grup mai vechiu, conlocuitor. Evoluția a lăsat în urma ei imense cimitire de forme: Ferigele arborescente din Carbonifer, Trilobiții mărilor paleozoice, Amoniții și Belemnii mezozoici, monstruoasele și giganticele Reptile care dominau toate mediile erei secundare, etc. Principala cauză a dispariției grupurilor pare a fi specializarea excesivă, care e o condiție de prosperitate atât timp cât alcătuirea mediului rămâne constantă, dar devine un factor de minimă rezistență față de orice modificare a echilibrului ecologic. Longevitatea tipurilor pancronice, a relictelor, depinde în mare măsură de faptul că nu s'au specializat. Direcția determinată apare uneori atât de implacabilă în ortogenezele progresive, încât acestea conduc la *supraspecializări* sau *hipertelii*, structuri extravagante, nu numai inutile, dar deseori dăunătoare, cum au fost colții sau coarnele excesive, care au provocat stingerea purtătorilor lor, Carnivore, Elefanți sau Cerbi. Stingerea spițelor se poate datora însă și factorilor externi, cum sunt variațiile considerabile ale condițiilor cosmice; concurența exercitată de tipurile recente, mai bine înzestrate, epidemiile bacteriene și parazitare; în sfârșit, acțiunea Omului, mare distrugător de echilibre biologice.

DOVEZILE SISTEMATICII FORMELOR ACTUALE

Dacă natura actuală este produsul unei incomensurabile evoluții, este firesc ca Sistematica formelor animale și vegetale vii, să aducă o importantă confirmare Transformismului. Într'adevăr, clasificarea naturală a organismelor traduce o ordine interioară, o ierarhie concordantă cu aceea constatată în Paleontologie. În cadrul acestor sisteme, nu găsim forme cu adevărat izolate, inclasabile, oricât de aberante ar părea, ci tuturor le putem stabili afinități pe baza trăsăturilor de organizație și dezvoltare. Nu există grupuri riguros delimitate, toate fiind însoțite de un număr mai mic sau mai mare de tipuri mixte, de legătură. Uneori, ele completează lacune asupra cărora Paleontologia nu dă nicio indicație, de aceea aceste forme de tranziție, totdeodată și relict, merită numele de *fosile vii*. Astfel e faimosul *Amphioxus* care face punte între caracteristicile anatomice fundamentale ale Vertebratelor și Prochordatele printre Nevertebrate. De asemenea, *Peripatus* și genurile înrudite întrunesc caractere comune Anelidelor și Arthropodelor tracheate. Cele câteva specii exotice de Crossopterygieni și Dipneuști sunt relict răslețe ale unor grupuri fosile, prin care s'a efectuat evoluția Peștilor în Vertebrate tetrapode terestre. Prin caracterele lor reptiliene impresionante, Monotremele australiene sunt martorii vii ai originii Mamiferelor din Reptile.

În interiorul grupurilor omogene, taxinomiștii moderni au putut recunoaște numeroase ortogeneze evolutive, întru nimic inferioare celor paleontologice. Variabilitatea speciilor în spațiu denotă instabilitatea lor în timp. Ele apar înlănțuite în spițe genealogice; Sistematica devine « o Filogenie aplicată », după expresia lui RACOVITĂ. Grupurile se prezintă în diferite faze de evoluție: unele mici Insectivore indo-malaeze, apoi minuscule Nevertebrate ca Protoanelidele, Proturile, Pauropodele, Tardigradele, Rotiferele, oferă caractere generalizate, dela care ar putea porni evoluții noi. Gobiidele și Amfipodele, bogate în specii greu delimitabile, sunt grupuri în plină diversificare evolutivă; Insectele holometabole, Mamiferele placentare sunt în stadiul matur de expansiune adaptativă, cucerind toate mediile accesibile; Reptilele au trecut într'o fază statică, dacă nu și spre declin, căci din cele 18 mari ordine ale erei secundare, nu supraviețuiesc azi decât 5; sfârșituri de ortogeneză avem în organele hipertelice dela *Babirussa*, dela atâtea Coleoptere masculine precum și în mărimea corpului Balenelor, Gorilei și Omului.

DOVEZILE ANATOMIEI COMPARATE

Independent de timp, evoluția este înscrisă în structura organismelor (CAULLERY). De aceea, Anatomia comparată, care stabilește asemănări și deosebiri între structuri în cadrul Sistematiei, ca și aceasta din urmă, nu e o construcție artificială, ci o expresie a evoluției. Formele unui grup natural

apar ca variante ale aceluiași plan de organizare; această unitate de plan, care se menține împotriva variațiilor considerabile în felul de trai, nu se poate explica decât prin descendența din strămoși comuni.

Principiile fundamentale ale Anatomiei comparate, ca acel al conexiunilor, al balansării organelor, al corelației formelor, enunțate de GEOFFROY ST. HILAIRE și CUVIER independent de preocupări transformiste, dobândesc o semnificație reală numai prin evoluție. Pe această bază, facem distincția esențială între organe *omoloage* cu o morfologie corespunzătoare pentru că au aceeași origine, și organe *analoage*, cu funcții asemănătoare din cauza unei adaptări comune. Organele omoloage sunt susceptibile de o evoluție funcțională care se poate manifesta prin extensiunea funcției primitive, ducând până la o schimbare completă a ei. RACOVITĂ (1923) remarcă pe drept cuvânt, că funcția nu creează organul, ci modifică organul preexistent.

Compararea organelor omoloage la forme înrudite, pune în evidență diferite serii ortogenetice, pornind dela structuri generalizate cu componenți echivalenți și atingând diferite grade de specializare, prin diversificarea elementelor constitutive. În grupe deosebite, ortogeneza operând pe organe omoloage produce *evoluții paralele*; pe de altă parte, evoluția ortogenetică a unor grupuri independente, poate determina remarcabile fenomene de *convergență*, realizând asemănări izbitoare prin adaptare. Omologia și paralelismul traduc predominanța caracterelor primitive, pe când analogia și convergența sunt rezultatul unor evoluții secundare, arătând plasticitatea organismelor față de aceleași exigențe adaptative.

Iată câteva exemple pentru ilustrarea considerațiunilor precedente: membrele Vertebratelor tetrapode, cu toată amplitudinea variației lor, sunt strict omoloage; analoage sunt aripile Insectelor și Păsărilor; uimitoare evoluții paralele dovedesc piciorul monodactil al Equideelor și Litopternelor, starea serpentiformă la Șerpini propriu ziși și la diferite Sopârle; sunt convergențe faciesul pisciform al Selacienilor, Ichthyosaurilor și Delfinilor; ochiul cu cristalin al Cefalopodelor și Vertebratelor; aspectul xerofitic al Cacteeilor, Euforbiaceelor și Asclepiadeelor.

Morfologia vegetală oferă o admirabilă serie de transformări ortogenetice, legând prin numeroase omologii aparatul reproducător al Archegoniatelor (Cryptogame cu spori) de acel atât de deosebit al Spermafitelor (Fanerogame cu semințe). Această incontestabilă evoluție a constat în reducerea treptată a gametofitului, încorporarea lui la sporofit și înlocuirea gameților masculi mobili prin nucleii tubului polinic. Reproducerea heterosporee a Selaginelelor, prezența a doi anterozoizi tipici în tubul polinic dela *Ginkgo* și Cycadee, sunt instructive etape intermediare ale acestei ortogeneze.

În sfârșit, orice ființă mai ridicată în organizație prezintă structuri sau *organe rudimentare*, fără niciun rol funcțional actual și care comportă în cursul vieții embrionare, stadii mai dezvoltate ca la adult. Organele rudimentare

postulează evoluția, căci ele nu se pot concepe decât ca vestigiile sau reminescentele unor stări anterioare mai dezvoltate și funcționale, ca termenul final al unor ortogeneze regresive; ele sunt antipodele hiperteliilor. Organismul uman cuprinde, după WIEDERSHEIM, nu mai puțin de 230 organe rudimentare. Alte exemple clasice sunt pilozitatea și resturile basinului Cetelelor, apterismul unor Păsări insulare, regresivitatea ochilor la multe animale, mai ales subterane.

DOVEZILE EMBRIOGENIEI

Caracterul static al morfologiei organismelor adulte este completat de aspectul cinematic al Embriogeniei, care ne arată edificarea progresivă a structurilor începând dela ou. Ea explică în mod concret principiul conexiunilor și omologia organelor, prin diferențierea acestora din aceiași muguri embrionari, reductibili la o arhitectură precisă a materialului celular inițial. În general, compararea structurilor și proceselor embrionare a permis recunoașterea legăturilor de înrudire, mascate în starea adultă, la diferite niveluri ale clasificății viețuitoarelor. Astfel, deosebirea dintre înrângăturile regnului animal se atenuează în fața mecanismului unitar al ontogeniei lor: segmentarea oului unicelular, gastrulația, diferențierea foițelor primordiale și derivarea sistemelor fundamentale de organe. De asemenea, Embriogenia demonstrează definitiv omogeneitatea grupurilor profund diversificate, cum sunt Vertebratele sau Moluștele, ale căror clase sunt separate prin mari diferențe anatomice. Tot Embriologia a lămurit poziția sistematică a grupurilor aberante, statornicind pe Tunicieri alături de Vertebrate, pe Cirrhipede printre Crustacei; prin uniformitatea dezvoltării, ea apropie Moluștele de Anelide, cu toată deosebirea tipurilor adulte. În sfârșit, numai Embriogenia a putut stabili identitatea unor forme care sunt atât de modificate, încât nu puteau fi clasate, exemplu Rhizocefalii (fig. 5), unele Moluște parazite ale Echinodermelor, etc. Evident că structurile embrionare sunt mai ușor comparabile între ele, fiind mult mai simple decât cele adulte; totuși, această similitudine a proceselor embrionare este dovada incontestabilă a unei origini comune, implicând evoluția.

Mai mult, s'a observat de către unii autori anteriori Transformismului, că stadii tranzitorii din embriogeneza prezintă o asemănare izbitoare cu stări permanente ale formelor adulte, în general mai inferioare. Generalizând și codificând acest paralelism, HAECKEL (1866) a proclamat că stadiile succesive ale dezvoltării embrionare nu sunt decât o fugară repetiție a seriei de forme strămoșești, prin care a trecut specia din timpurile geologice până în prezent. Cu alte cuvinte, Ontogenia este o scurtă recapitulare a Filogeniei. Aceasta e faimoasa *lege biogenetică fundamentală*, care a imprimat un formidabil avânt cercetărilor embriologice în scopul reconstituirii Filogeniei, conducând însă

la abuzuri manifeste în privința interpretării amănuntelor. Deja HAECKEL arătase că printre stadiile zise *palingenetice*, evocatoare ale tipurilor ancestrale, se intercalează adesea stadii *cenogenetice*, modificări secundare de ordin adaptativ, cum sunt majoritatea formelor larvare care duc o viață independentă. O alterare de alt ordin se constată în dezvoltările condensate sau

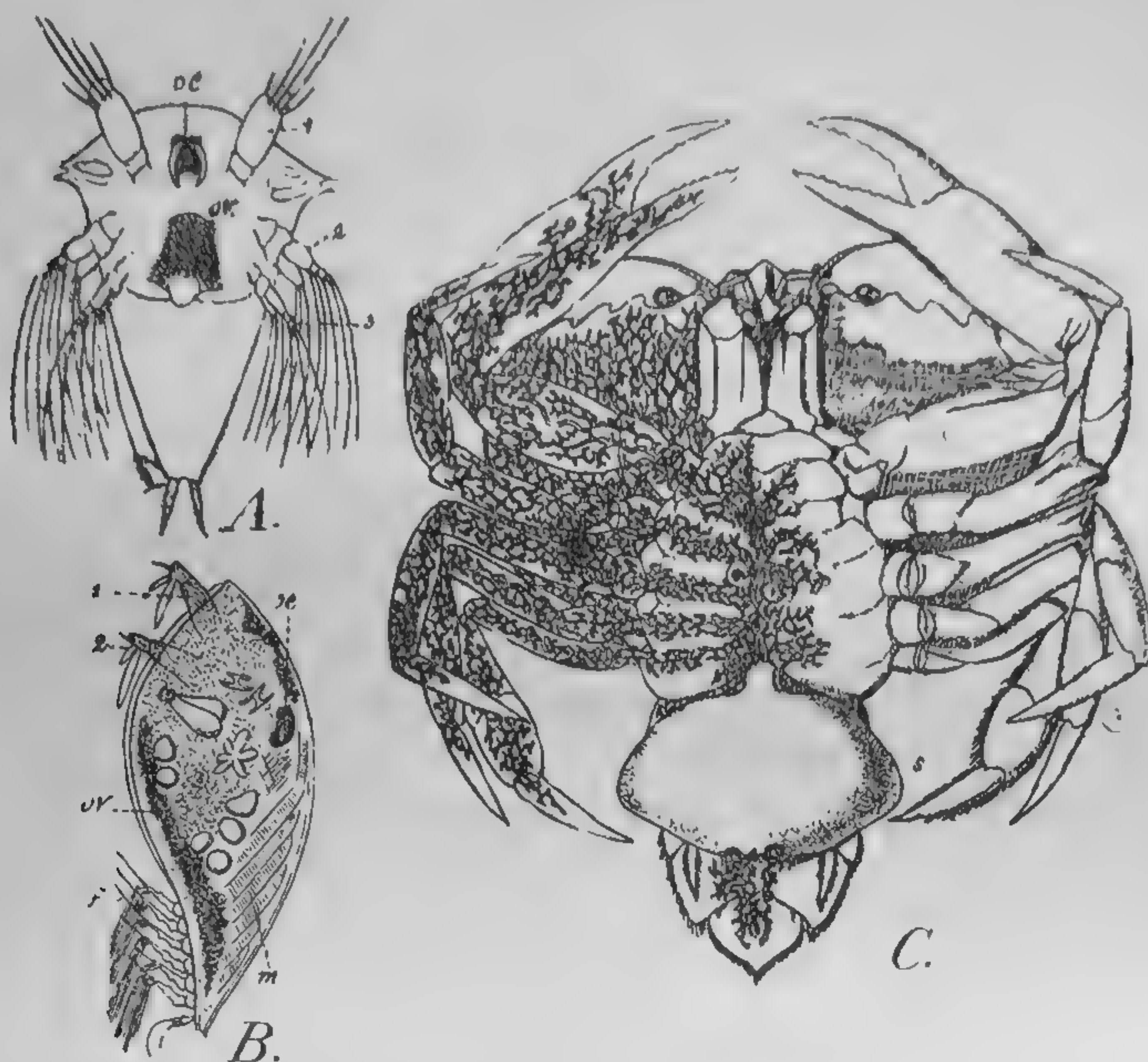


Fig. 5. — *Sacculina carcini*, exemplu de parazit profund modificat printr'o îndelungată evoluție, fiind redus la un sac reproducător extern, suspendat sub abdomenul Crabului-gazdă, și un sistem intern de rădăcini absorbante (fig. C.). Numai stadiile dezvoltării larvare, Nauplius (fig. A) și Cypris (fig. B) îi desvăluiesc natura de Crustaceu inferior din grupul Cirripedelor. (A, B: din R. Hertwig 1927, fig. 41; C: din Boas 1922, fig. 288)

tachigeneze, unde multe stadii sunt șterse sau suprimate, prin faptul că se petrec sub învelișul oului sau în organismul matern.

Așa se explică poate, de ce în ontogeneză nu s'au conservat unele stadii a căror realitate filogenetică este atestată de Paleontologie sau Anatomia comparată: nicio urmă de labă tetradactilă la embrionul de Cal, absența dinților la embrionii Păsărilor, a membrilor la cei de Șarpe, etc. Cu toate aceste restricții, în concepția haeckeliană se dă Ontogeniei o semnificație *retrospectivă cauzală*, în sensul că ea ar fi integral determinată de Filogenie. Astăzi

știm însă din Embriologia experimentală, că Ontogenia este o *epigeneză strict condiționată* de configurația localizărilor germinale, substanțe morfogene din citoplasma ovulară. Oul, departe de a fi o celulă omogenă, nediferențiată, are o constituție inițială excesiv de complexă, anizotropă și totipotentă, în care sunt înscrise toate proprietățile *prezente* ale tipului specific. Apoi, sensul proceselor embrionare este producerea adultului, individualitate funcțională viabilă în condițiile *actuale* de existență. Fără a nesocoti caracterul istoric al organismelor vii, nu putem considera Embriogenia ca fiind o recapitulare obligatoare a tuturor stadiilor filogenetice; evocarea acestora se datorește poate mai curând *conservării formelor embrionare ancestrale*, mai ales dacă transformările evolutive n'au intervenit decât în stadiile târzii de dezvoltare. Corectivele menționate nu scad însă nimic din valoarea regulii biogenetice a lui HAECKEL în nenumărate cazuri, care apar ca manifestări tangibile ale evoluției; astfel sunt: pedunculul larvar al Comatulei, corespunzător stării pedunculate a Crinoizilor adulți din Jurasic; asemănarea deschiderilor și arcurilor branchiale precum și a aparatului cardio-vascular al embrionilor de Mamifere, cu dispozitivele anatomice dela Peștii adulți; prezența cochiliei la larvele Moluștelor nudibranchiate, a dinților la embrionul de Balenă, a lanugo-ului la fătul uman; stadii perfect simetrice precedând asimetria ochilor Pleuronectidelor sau a abdomenului Pagurilor, etc.

În mod excepțional și teratologic, unele caractere embrionare tranzitorii persistă la individul adult, constituind *variația atavică*. Un exemplu, turburător pentru ireversibilitatea evoluției, este acel al Cailor cu labe tridactile, asemenea unor Hipparioni plioceni, care nasc sporadic în vremurile noastre, așa cum pare să fi fost și Bucefalul lui Alexandru cel Mare. La Om, se cunoaște persistența cozii sau a unei pilozități abundente pe față și întreg corpul.

DOVEZILE FIZIOLOGIEI ȘI BIOCHIMIEI COMPARATE

Evoluția a comportat și transformări de ordin fiziologic ale organismelor, dar care sunt mult mai greu de pus în evidență decât cele enumerate până acum. Înfăptuirea tipului Reptilelor, caracterizate printr'o viață complet terestră față de strămoșii lor Batracieni cu dezvoltare acvatică, n'a fost posibilă decât odată cu apariția anexelor fetale, amnios și alantoidă, care au permis embrionului respirația directă a aerului atmosferic. Față de Reptilele din care descind, Păsările și Mamiferele realizează un nou progres fiziologic, *homeotermia*, ducând la izolarea mediului lor intern față de variațiile termice înconjurătoare. Ori, gradul temperaturii interne și facultatea reglării ei, cresc ortogenetic dela Monotreme la Edentate, apoi la Placentarele hibernante, până la acelea care rămân active în tot cursul anului.

Biochimia comparată indică legături de înrudire, superpozabile celor deduse din constituția morfologică; reprezentanții unui grup natural au în

același timp un *chimism comun*. Se pot deosebi caractere biochimice omoloage, exemplu prezența hemoglobinei în seria Vertebratelor, de altele analoage ca existența aceluiași pigment respirator la câteva Nevertebrate de pe fundul bălților: melci (*Planorbis*), larve de Diptere (*Chironomus*) sau unele Oligochete. La specii sau genuri vecine, hemoglobina cristalizează izomorf. Reacția precipitinelor, dependentă de imunitatea umorală, a fost utilizată pentru fixarea afinităților plantelor și animalelor, ea fiind cu atât mai energică, cu cât speciile sunt mai apropiate. Această metodă serodiagnostică implică existența unor proteine caracteristice pentru fiecare specie; ea a arătat de exemplu, afinitatea serologică a Limulului, relict paleozoic, cu Arachnidele. Intr'adevăr impresionante sunt rezultatele anchetei lui J. și D. NEEDHAM și colaboratorilor lor (1932) asupra repartiției fosfagenului în mușchii diferitelor animale: la Nevertebrate, inclusiv Ascidiile, există numai fosfarginină; la *Balanoglossus* și unii Ursini, se constată un amestec de fosfarginină și fosfocreatină; *Amphioxus* ca și toate Vertebratele posedă fosfocreatină pură. Aceste constatări biochimice completează afinitățile deja stabilite pe baza criteriilor anatomice și embriologice între Vertebrate, Protochordate și Echinoderme.

DOVEZILE ECOLOGIEI: PARAZITISMUL ȘI EVOLUȚIA

Ecologia oferă dovezi remarcabile în favoarea evoluției, mai ales dacă considerăm medii particulare, cu condiții restrânse, mai ușor de definit, populate de viețuitoare, care în mod necesar au trebuit să aibă o origine exogenă. Astfel sunt, — pentru a nu alege decât două exemple, — mediul subteran, colonizat de forme epigee și mediul biologic, cuprinzând mulțimea paraziților care exploatează interiorul și exteriorul altor organisme.

Paraziții nu pot fi concepuți ca produsul unor creații speciale; chiar când formează grupuri întregi (Sporozoarele, Orthonectidele, Dicyemidele, Trematodele, Cestodele, Myzostomidele, etc.), cu atât mai mult când sunt numai reprezentanți răzleți ai unor grupuri libere (Protozoare, Moluște, Crustacei, Insecte, etc.), ei se integrează perfect în cadrele clasificăției, ceea ce denotă descendența lor din strămoși liberi, adaptați ulterior la viața parazitară. Diferențierea lor nu poate fi decât *posterioră* celei a gazdelor lor și a grupurilor libere cărora aparțin. După judicioasa expresie a lui CAULLERY (1931), ei constituie deci « evoluții secundare cu punct de plecare cunoscut », prelungind evoluția generală pe baza acelorași legi. Evoluția paraziților a comportat transformări morfologice și fiziologice care, cu toată diversitatea lor, se pot însuma într'o serie de caracteristice generale, având aspectul unor *convergențe* adaptative. Menționez, pe de o parte, regresivitatea organelor de relație și a celor ale vieții vegetative, pe de alta, dezvoltarea aparatelor de fixare, elaborarea de antifermenți, dar mai ales asigurarea reproducerii prin iperfecunditate, ceea ce a provocat exagerarea dimorfismului sexual în favoarea femelei, masculul putând deveni un pigmeu iperparazit al acesteia;

În alte cazuri, se notează instalarea ermafroditismului succesiv sau simultan, cu sau fără autofecundare, etc.; mai poate interveni complicarea ciclului evolutiv, iar la Protozoare, chiar a întregii organizații. Aceste transformări ajung atât de profunde, încât deformează complet adulții, a căror poziție sistematică nu mai poate fi stabilită decât cu ajutorul fazelor ontogenetice. Rhizocefalii, de exemplu, au pierdut până și caracterele clasei căreia aparțin, căci nimic din organizația lor adultă nu mai amintește pe aceea a Crustaceilor (fig. 5). Evoluția paraziților poate continua paralel cu aceea a gazdelor, astfel că prezența lor constituie indicații prețioase pentru lămurirea filiațiunii acestora din urmă. În regnul vegetal, un fenomen înrudit cu parazitismul, Simbioza apare ca factor decisiv al evoluției și diversificării câtorva grupuri: Lichenii, Orchideele, Leguminoasele, etc.

SPEOLOGIA ȘI EVOLUȚIA

Asupra domeniului subteran, posedăm acum o documentație considerabilă, datorită în cea mai mare parte cercetărilor lui RACOVITĂ ȘI colaboratorilor săi din organizația internațională a Biospeologicei. Diferitele goluri subpământene nefiind un habitat primitiv, cavernicolele provin din imigranți de origine mai cu seamă terestră și de apă dulce, mai rar marină. Popularea cavernelor continuă și în zilele noastre, dar cele mai vechi elemente ale faunei actuale par a data dela începutul Terțiarului, când schimbările climei au silit pe unele Nevertebrate și Vertebrate să se retragă în mediul subteran, spre a scăpa de uscăciunea progresivă dela suprafață. Acești imigranți erau la obârșie, locuitori ai mușchiului și humusului de frunze din pădurile de munte sau ai pâraielor reci, slab luminate; ei au fost inevitabil conduși în noul mediu de proprietățile lor higrofile, stenoterme și lucifuge. Ajunși în diferitele faciesuri ale domeniului subteran, ei au străbătut o evoluție considerabilă, care se poate măsura după natura arhaică de *relicte*, izolate de fauna actuală a unora (fig. 6, A); după caracterele de convergență adaptativă a celor mai mulți, care au încă rude epigee; în sfârșit, după gradul lor înalt de diferențiere pe loc, constituind *endemisme* (fig. 6, B). Principalele transformări adaptative suferite de troglobii sunt: corpul mic și alungit, subțierea tegumentelor, devenite foarte permeabile; depigmentarea generală și atrofia ochilor; alungirea apendicelor, desvoltarea organelor tactile, vibratoare și olfactive; absența de periodicitate în funcții, etc. Ele traduc efectele unor ortogeneze în majoritate regresive, începute în afară și continuate sub influența condițiilor subterane.

DOVEZILE DISTRIBUȚIEI GEOGRAFICE A ORGANISMELOR

În sfârșit, evoluția apare ca singura posibilitate de coordonare a datelor extrem de complicate privitoare la răspândirea geografică a plantelor și animalelor. Intr'adevăr, dacă apelăm numai la condițiile actuale de existență,

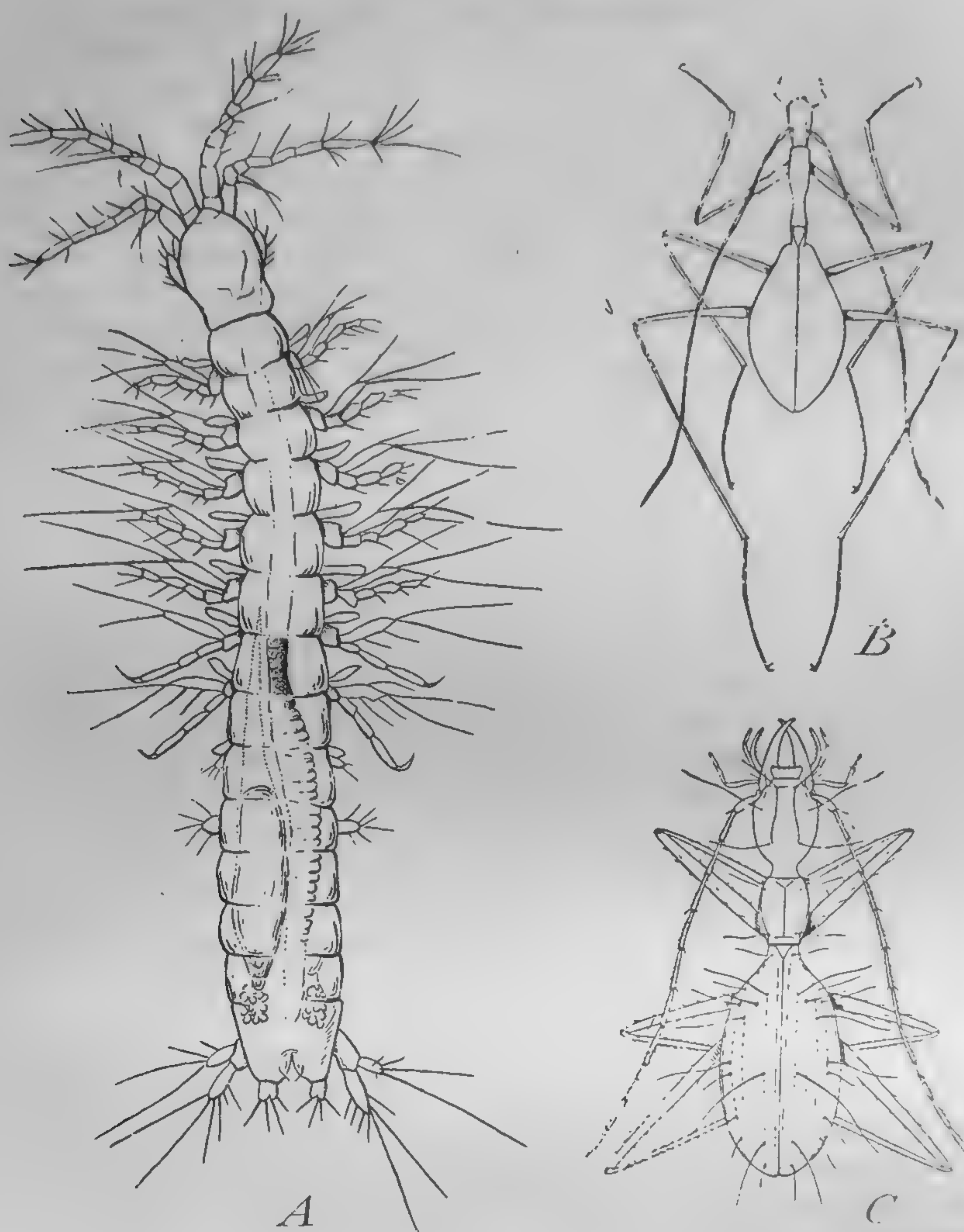


Fig. 6. — Exemple de animale cavernicole, produse ale evoluției subterane: A, *Bathynella chappuisi*, la baza Crustaceilor superiori, relict al unui grup, care în Carbonifer era mult răspândit la suprafață; B, *Antroherpon dombrowskii*, Coleopter Silfid, remarcabil prin pierderea ochilor, alungirea apendicelor și dilatarea abdomenului; C, *Aphaenops Jeanneli* Coleopter Carabid orb, păros, cu antene lungi, endemism născut prin izolare. (A: după Chappuis 1927, fig. 23; B, C: după Jeannel 1937, fig. 2—3)

cuprinzând clima, ceilalți factori ecologici și mijloacele de dispersiune, active sau pasive, de care dispun viețuitoarele, nu ajungem să explicăm niciuna din problemele biogeografice importante. De ce există o așa de mare uniformitate faunistică între continentele emisferei boreale cu toate diferențele de climă,

în opoziție cu diversitatea faunelor continentale din emisfera australă, chiar în interiorul aceleiași zone climatice? Distribuția actuală este în primul rând funcție de trecut, de fazele răspândirii grupului considerat, în raport cu modificările paleogeografice, anume configurația și clima regiunii în timpurile geologice. Deosebirile faunistice nu sunt determinate de distanța geografică, ci de *durata despărțirii* regiunilor prin mări sau munți; ele vor fi cu atât mai mari, cu cât separarea lor e mai veche, condiționând centre independente de evoluție, fără schimburi reciproce. Paleontologia ne-a arătat că apariția și expansiunea diferitelor grupuri se situează în epoce geologice succesive; cu cât ele sunt mai vechi, cu atât aria lor de dispersiune s'a putut extinde prin migrațiuni, pornind dela leagănul de formare. Paralel cu evoluția unui grup, se constată deci variația distribuției lui geografice, care devine *d i s c o n t i n u ă* odată cu declinul, cum e cazul Dipneuştilor, reprezentați în prezent prin câte o specie relictă în fiecare continent sudic: Africa, America și Australia.

Interpretarea cauzală a fenomenelor biogeografice pe baza evoluției a găsit aplicări interesante la studiul faunelor și florelor din insule, care oferă condiții de populare mai ușor delimitabile decât pe continent. Caracterul arhaic al faunei australiene, unde Mamiferele autohtone sunt reprezentate numai prin Monotreme și Marsupiale, — ultimele atingând o diversificare adaptativă comparabilă cu a Placentarelor din celelalte continente, — se explică prin separarea Australiei de Asia încă din epoca Juristică, anterioară diferențierii și răspândirii Placentarelor. Ferită de introducerea și concurența vitală a acestora din urmă, Australia a evoluat autonom, ca o imensă rezervație naturală a lumii mezozoice. Tot astfel, fauna atât de specială a Madagascarului, centrul evoluției Lemurienilor în absența majorității Placentarelor, se datorește despărțirii timpurii a acestei mari insule de Africa. Lipsa oricărui Mamifer autohton în Noua-Zeelandă, din cauza izolării ei străvechi, a permis evoluția regresivă a Păsărilor aptere, intrate în extincție odată cu venirea Omului în timpurile istorice. Pe lângă elementele moștenite dela continentul din care s'au desprins și cele imigrate ulterior, insulele continentale mai posedă *e n d e m i s m e*, specii născute pe loc, cu atât mai numeroase cu cât izolarea e mai veche. Insulele oceanice, fără nicio legătură continentală, ridicate din valuri, prin erupții vulcanice submarine sau activitatea constructivă a recifelor, coraliene au o faună restrictivă, lipsită de majoritatea tipurilor superioare, cuprinzând numai puțini imigranți și endemisme. Valoarea demonstrativă a fenomenelor biogeografice rezultă și din influența sugestivă pe care au avut-o în geneza ideilor evoluționiste la BUFFON, DARWIN și WALLACE.

VALOAREA DOVEZILOR CONVERGENTE ALE EVOLUȚIEI

Ce putem conchide asupra vaiabilității evoluției din expunerea sumară a datelor relative la succesiunea cronologică; morfologia și răspândirea viețuitoarelor, date care converg imperios către această generalizare inductivă, deși,

cu toată varietatea lor, nu pot reflecta decât o infimă parte a complexității problemelor istoriei vieții pe pământ ? Nu poate fi vorba de observații directe și verificare experimentală, căci evoluția e un gigantic fenomen *istoric*, care s'a desfășurat în trecut pe o durată infinită față de aceea a științei omenești, iar analiza actuală nu ne informează decât asupra variațiilor noi, de mică amplitudine, care abia ulterior vor alcătui evoluția filogenetică. Ca și în alte domenii istorice, suntem reduși la dovezi *i n d i r e c t e*, la demonstrarea *a posteriori* a evoluției pe baza documentelor trecutului și a efectelor ei statice în natura actuală.

Dacă toate viețuitoarele care s'au succedat, s'ar fi putut păstra în stare fosilă, Paleontologia singură ar fi constituit dovada tangibilă și completă a realității evoluției. Dar și așa, cu toate lacunele și dificultățile, ea ne aduce argumentul capital (CUÉNOT): anume, cu cât grupurile sunt mai specializate, mai superioare în organizație, cu atât apariția lor e mai târzie (fig. 1). Această scară a succesiunii geologice concordă absolut riguros cu ierarhia clasificării organismelor actuale, după întreitul criteriu morfologic, funcțional și psihic. Astfel, clasificatia naturală, completată cu datele paleontologice asupra formelor primitive și intermediare dispărute, nu poate fi privită ca un sistem arbitrar de catalogare, ci ordinea ei interioară traduce o *înrudire reală*, treptele de asemănare sunt etape de transformare. Ea nu e comparabilă cu clasificarea structurilor cristaline, — la care gradele de complicare progresivă nu implică legături genetice, — deoarece viața până la formele ei cele mai elementare, nu se perpetuează decât prin *strictă filiație*, ceea ce exclude posibilitatea originii independente a diferitelor tipuri de organizație, ca la cristale. De aceea, nu e admisibil un *Transformism restrâns* în interiorul grupurilor omogene, așa cum l-au preconizat unii autori clerici sau laici (WASMANN, VIALLETON, LEMOINE), care lasă nelămurită originea tipurilor de organizație. Numai o evoluție *generalizată*, dela formele inițiale ale vieții și până la Om, are într'adevăr o valoare explicativă, căci a explica nu înseamnă a reduce realitatea la o enigmă, ci la elemente cunoscute mai simple (PLATE); după expresia hotărâtă a lui CUÉNOT, « Transformismul e totul sau nimic ». A respinge evoluția înseamnă a renunța pentru totdeauna la o reprezentare științifică, înafara oricăror cauze supranaturale, a enormei complexități a lumii vii, care devine un haos de nepătruns.

Plecând dela constanța factorilor ereditari, demonstrată de Genetica mendeliană, HERIBERT-NILSSON (1941), nu vede în clasificarea organismelor decât asemănări de constituție genetică, nu și de descendență efectivă; unitățile sistematice ar fi sfere constante de variație, datorită jocului de combinări al genelor, aceste elemente biologice fundamentale, tot atât de imuabile ca și atomii chimici; ele au putut lua naștere brusc și simultan, astfel încât nu mai e nevoie de o evoluție în timp pentru a explica diversificarea viețuitoarelor.

Această singulară concepție nu rezistă criticii. Intr'adevăr, constanța elementelor ereditare este relativă, căci ele sunt susceptibile de mutațiuni, iar comparația cu atomii chimici apare inoportună în prezent, când transmutarea acestora sub influența radiațiilor pătrunzătoare dislocând sâmburele atomic, constituie una din cele mai strălucite cuceriri științifice, ale cărei consecințe teoretice vin tocmai în sprijinul evoluției biologice. Pe de altă parte, afinitățile de combinare ale elementelor ereditare fiind în general limitate în interiorul speciei, cel mult al genului, prin sterilitatea încrucișărilor interspecifice și de ordin superior, este imposibil de conceput cum aceste elemente s'ar fi putut combina spre a produce tipurile de organizație ale marilor grupe.

INCERTITUDINILE ȘI CARACTERISTICILE EVOLUȚIEI

Acceptarea integrală a principiului evoluției nu însemnează însă rezolvarea tuturor problemelor corelative. De ce organisme n'au evoluat nici cu aceeași viteză, nici în același sens, astfel încât în natura actuală, au persistat numeroase forme inferioare, alături de cele mai superioare, în loc să se găsească toate pe aceeași treaptă de organizație? Faptul că evoluția n'a fost nici uniformă, nici simultană, arată pur și simplu inegalitatea sau eterogeneitatea potențialului evolutiv al viețuitoarelor; pentru CAULLERY, e o dovadă de importanța covârșitoare a proprietăților intrinseci în determinismul evoluției, pe când CUÉNOT leagă evoluția de posibilitatea colonizării unor medii libere sau slab apărate de vietăți mai puțin înzestrate. Așa se explică de ce fiecare grup a avut o epocă proprie de evoluție, de exemplu Reptilele în Secundar, Mamiferele în Terțiar; diversificarea primelor a mers paralel cu cucerirea diferitelor medii terestre; ultimele, deși datează din Triasic, au stagnat în tot cursul Mesozoicului și n'au intrat în expansiune decât după dispariția Reptilelor.

LICHTIG (1938) încearcă, dimpotrivă, să explice coexistența diferitelor etape de organizație, prin faptul că ele ar reprezenta tot atâtea serii paralele de evoluție, care au luat naștere succesiv în timp, cele mai inferioare fiind și cele mai recente. Producția repetată de tipuri structurale identice, dar cu origini independente, e o concepție în contradicție cu ireversibilitatea evoluției paleontologice; în acest caz, de ce grupurile stinse, ca Trilobiții, Amoniții, etc. n'au mai reapărut niciodată?

Evoluția se impune mai curând ca un fenomen *unic*, căci apariția vieții pare să fie depins de condiții, care nu s'au mai reprodus de la începutul istoriei pământului. Deși multe din înjghebările primordiale ale vieții ne scapă definitiv, monofiletismul rămâne probabil în ceea ce privește totalul evoluției organice, și este sigur în privința originii grupurilor omogene. Acestea au la origine forme puține, strict localizate și numai ulterior aria lor de răspândire se mărește, producându-se migrațiuni. De aceea, teoria ologenezei a lui ROSA

(1917), care admite transformarea simultană a tuturor indivizilor unei specii, repartizați pe întreaga suprafață a pământului, rămâne o concepție pur speculativă. În fapt, evoluția este legată de localizare și discontinuitate geografică.

RECONSTITUIREA FILOGENIEI. INCETINIREA EVOLUȚIEI?

În ce măsură putem reconstitui Filogenia, reprezentând sub formă de arbore genealogic (fig. 7), raporturile de înrudire pe baza succesiunii în timp a

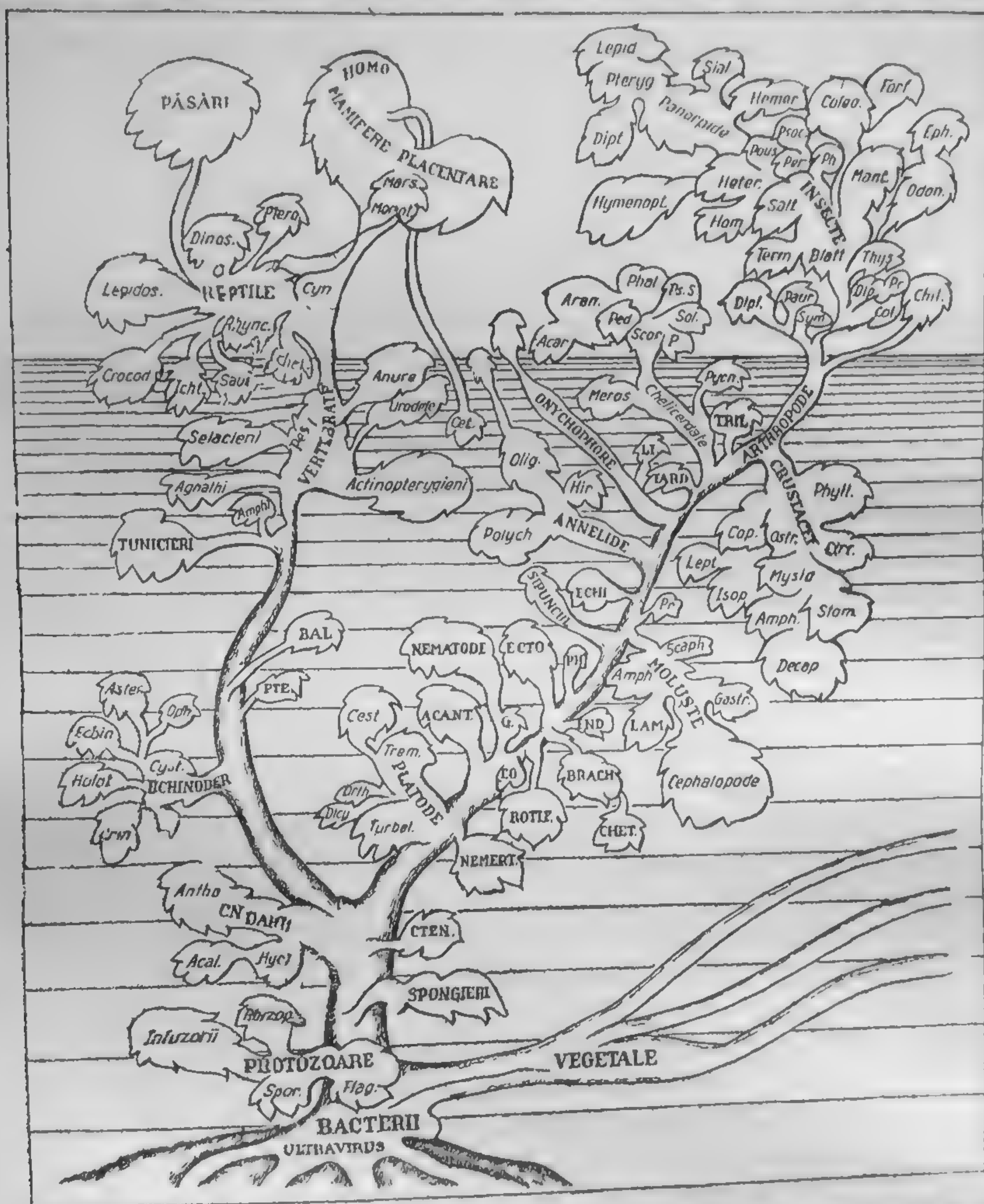


Fig. 7. — Reconstituirea arborelui genealogic al evoluției animale, din mediul marin în cel terestru, unde predomină Vertebratele cu Omul și Păsările pe de o parte, Insectele pe de alta. (După Cuénot 1940)

organismelor ? Dintr'o rădăcină comună, cuprinzând Ultravirusurile și Bacteriile, diverg trei trunchiuri principale, corespunzătoare Protistelor unicelulare, Vegetalelor și Animalelor pluricelulare. Evenimentul hotărîtor al evoluției organice a fost realizarea stării celulare și a unui sistem nuclear cromosomal. Evoluția animală a comportat trei momente esențiale: asociația celulară, apoi diferențierea sistemului nervos și a unei cavități celenterice, în fine, stadiul celomat cu intestinul despărțit de cavitatea generală, adăpostind glandele reproducătoare. Dela această etapă, regnul animal se bifurcă și pe cele două ramuri principale se succed după afinități, grupurile autonome de tipuri structurale definite, culminând cu câte o încrângătură recentă, în plină expansiune evolutivă: pe de o parte Arthropodele, pe de alta, Vertebratele.

Demn de observat este, că din Paleozoic până în prezent, timp de sute de milioane de ani, n'a mai apărut niciun tip nou de organizație, evoluția limitându-se la diversificarea *interioară* a grupurilor independente. Evoluția acestora rămâne *închisă* deși s'au diferențiat clase și ordine noi în raport cu schimbări de mediu și ale felului de trai. Să conchidem oare, că perioada de tinerețe a lumii organice, de intensă creare de formule de viață, este un proces irevocabil terminat (CUÉNOT) ? Că apariția Omului a inaugurat o perioadă de maturitate, cu care evoluția s'a încetinit, fiind redusă la diversificările ultime ale grupurilor ? Fapt este că din arborele genealogic al vieții, numai ramificațiile ultime au rămas vii. Toate formațiile axiale sunt moarte, fiind reprezentate prin forme stinse în Paleozoic și multe necunoscute, din epocele precambriane.

Făcând abstracție de ortogenezele regresive, care rămân cazuri particulare în interiorul grupurilor, totalul evoluției exprimă o *ridicare progresivă a treptei de organizație*, prin izolarea din ce în ce mai perfectă a mediului intern și stăpânirea din ce în ce mai deplină a mediului înconjurător. La cele două grupuri terminale ale evoluției, Arthropodele și Vertebratele, care au cucerit uscatul plecând din mediul acvatic, predomină una din cele două soluții divergente ale activității psihice, instinctul la primele, inteligența la celelalte (BERGSON). Cu apariția Omului, universul ia conștiință de el însuși, încearcă să-și descopere legile și sensul existenței sale. Ce perspective putem întrezări în viitor ? Suntem în mijlocul unei lumi îmbătrânite, în care evoluția s'a terminat ? Multe profeții științifice s'au arătat false, mai ales cele pesimiste. Istoria pământului cuprinde perioade calme, alături de altele de activitate paroxistică, de intense frământări ale scoarței, care au dus la ridicarea marilor lanțuri de munți. Vieța nu trece oare prin aceeași alternanță de faze, când creatoare de noi tipuri organizate, când caracterizate printr'o lungă stabilitate ? Atât timp cât va persista, ea nu poate înceta să se transforme, fie chiar cu o amplitudine mai redusă decât în trecut.

BIBLIOGRAFIE

- *ABEL (O.), *Paläobiologie und Stammesgeschichte*. (G. Fischer, Jena, 1929).
- ARAMBOURG (C.), *Evolution des Vertébrés*. (*Encyclopédie Française*, Tome V, Paris, 1937).
- BERTALANFFY (L. v.), *Theoretische Biologie*, I. (Borntraeger, Berlin, 1932).
- CAULLERY (M.), GUYÉNOT (E.), RIVET (P.), *L'évolution en Biologie*. (Renaissance du Livre, Paris 1929).
- *CAULLERY (M.), *Le problème de l'évolution*. (Payot, Paris, 1931).
— *Les Etapes de la Biologie* (Presses Universitaires, Paris, 1941).
- *CUÉNOT (L.), *La Genèse des espèces animales* (F. Alcan, Paris, 1932).
— *Un essai d'arbre généalogique du règne animal*. (*Revue Scientifique*, Paris, Nr. 4, 1940).
- DAUVILLIER (A.) et DESGUIN (E.), *Sur l'origine de la Vie* (*Revue Scientifique*, Paris, Nr. 5, 1940).
- FEBURE (L.), PRENANT (M.), LEMOINE (P.), GRASSÉ (P.), TEISSIER (G.) et LAPICQUE (L.), *En marge de l'Encyclopédie: une Controverse sur l'évolution*. (*Revue Encyclopédie française*, Paris, Nr. 3, 1938).
- *HARTMANN (M.), *Allgemeine Biologie*. (G. Fischer, Jena, 1933).
— *Philosophie der Naturwissenschaften*. (J. Springer, Berlin, 1937).
- HERIBERT-NILSSON (N.), *Der Entwicklungsgedanke und die moderne Biologie*. (*Bios*, Bd. 13, J. A. Barth, Leipzig, 1941).
- *HERTWIG (R.), *Abstammungslehre und neuere Biologie* (G. Fischer, Jena, 1927).
- JORDAN (P.), *Zur Quanten-Biologie* (*Biologisches Zentralblatt*, T. 59, 1939).
- *JEANNEL (R.), *Curs de Biologie generală. Evoluția și Ereditatea*. (Traducere V. Pușcariu, Editura Universității, Cluj 1930).
— *Le Domaine souterrain* (*Encyclopédie Française* Tome V, Paris, 1937).
- LELU (MLLE P.), *Les parentés chimiques des Etres Vivants* (*Actualités scientifiques*, Hermann, Paris, 1935).
- LEMOINE (P.), *Conclusions générales*. (*Encyclopédie Française*, Tome V, Paris 1937).
- LICHTIG (I.), *Die Entstehung des Lebens durch stetige Schöpfung*. (Amsterdam, 1938).
- *MORGAN (T. H.), *Bazele științifice ale Evoluției* (Traducere de Piescu A., Institutul Experimental C.A.M. București, 1938).
- NEEDHAM (J.), *Order and Life* (University Press, Cambridge, 1936).
- OLDEKOP, (E.), *Über das hierarchische Prinzip in der Natur und seine Beziehungen zum Mechanismus-Vitalismus Problem* (Wassermann, Reval, 1930).

- *PLATE (L.), *Die Abstammungslehre* (G. Fischer, Jena, 1925).
- RACOVITĂ (E.) și ANTIPA (GR.), *Speologia o știință nouă a străvechilor taine subpământului*. (Astra, Secția Științelor Naturale, Cluj, 1927).
- *RACOVITĂ (E.), *Evoluția și problemele ei*. (Astra, Biblioteca eugenică și biopolitică, Nr. VI, Cluj, 1929).
- *ROSTAND (J.), *L'évolution des espèces* (Hachette, Paris, 1932).
- VIALLETON (L.), *L'origine des Etres Vivants* (Plon, Paris, 1929).

Lucrările dezvoltate, cuprinzând indicații bibliografice, printre care și restul autorilor citați în text, sunt însemnate cu o steluță *

BAZA GENETICĂ A EVOLUȚIEI FIINȚELOR
VIEȚUITOARE

de TR. SĂVULESCU

Lumea ființelor viețuitoare se prezintă cu o diversitate uluitoare de înfățișări și cu variate raporturi de înrudiri filogenetice, nu întotdeauna conforme cu înfățișările sale. Pentru cunoașterea și sistematizarea ființelor viețuitoare care au populat pământul în epocile geologice trecute sau care trăiesc astăzi la suprafața lui, s'a simțit nevoia ca ele să fie încadrate în diferite unități sistematice, iar acestea să fie subordonate unele altora. Sensul și cuprinsul acestor unități sistematice — Filum, Divizie, Clasă, Ordin, Familie, Gen, Specie, Subspecie, Rasă, Varietate, Formă — au variat în diferitele timpuri, iar numărul lor, mai ales al celor mici, a crescut considerabil.

Problema transformării speciilor și a evoluției ființelor viețuitoare a stat în a doua jumătate a secolului trecut în mijlocul preocupărilor biologice, iar cercetările sistematice și bio-geografice din acest timp au fost determinate și dominate de opera lui DARWIN.

Problema speciei, sub diferitele sale aspecte — definiție, structură, limită — este fundamentală pentru Biologie și a preocupat multe generații de botaniști și zoologi, mai ales în secolul trecut și în primele decade ale secolului în care trăim, oscilând între doi poli: când existența speciei în natură a fost cu totul negată, când specia a fost considerată ca o unitate reală. După LOTSY specia este o concepțiune primitivă, antropocentrică, o plăsmuire a minții omului. După HARPER specia lineană are o existență reală, formând un grup ușor de recunoscut. Oricum ar fi, ficțiune sau realitate, specia este un concept necesar în Biologie, un « postulat logic » (BERTALANFFY), de care nu ne putem lipsi în studiul cunoașterii și evoluției ființelor viețuitoare pe pământ.

Din punct de vedere al Sistematiei moderne, specia nu este indivizibilă și nici nu este cea mai mică și ultima unitate sistematică. Ea este alcătuită dintr'un agregat complex de unități mai mici, care se deosebesc între ele fie prin însușiri morfologice, fie din punct de vedere ecologic. Specia lineană definită numai prin caracterele sale morfologice, fără o verificare critică a constanței acestora este o unitate prea grosolană (LUNDEGARDT), pentru ca să fie acceptată ca unitate fundamentală. Prin ajutorul metodei *geografo-morfologice* (WETTSTEIN) și a metodei *ecologico-morfologice* (TURESSON), care sunt o sinteză între morfologie de o parte și fitogeografie și ecologie de altă parte,

dar mai ales prin metoda *genetico-experimentală* s'a demonstrat existența și constanța unităților sistematice inferioare speciei, punându-se în acelaș timp bazele *Sistematicii analitice*. Prin aplicarea acestor metode avem putința să precizăm și să concretizăm concepția de specie, să caracterizăm polimorfismul diferitelor specii, fie datorit plasticității indivizilor care o compun, fie datorit prezenței unităților mai mici, constante. Sistematica modernă a încetat să mai fie o știință « de muzeu sau de erbar » (DU RIETZ). Ea se sprijină pe studii în natură, verificate prin experiențe executate în condițiuni de cultură uniforme. Fără îndoială că în noua sa orientare, Sistematica garantează o mai sigură realitate a unităților sistematice stabilite, fie că le numește specii, fie că sunt alte unități inferioare care le compun. Acestea încetează de a mai fi unități factice, ocazionale sau « mituri de erbar » cum le-a numit CLEMENTS, ci devin realități concrete și existente în natură.

Speciile sunt complexe polimorfe, dar cu arie geografică determinată. În limitele speciilor polimorfe, cu arie geografică determinată și cu reacțiune ecologică heterogenă față de condițiunile naturale, se individualizează ca unități mai mici: *subspecia* și *rasa*. Subspeciile se deosebesc între ele prin câteva caractere morfologice constante și sunt legate prin forme de tranziție. După definiția lui DU RIETZ subspecia este o populație compusă din biotipuri variate, care dau un facies regional distinct unei specii.

Termenul de *rasă* a fost întrebuințat în feluri diferite. După KORJINSKY rasa este unitatea sistematică cu existență reală în natură, caracterizată prin anumite caractere morfologice, mai mult sau mai puțin subtile și care are o anumită arie geografică. Caracterele morfologice ale raselor nu sunt de mare valoare. Totuși ele se transmit neschimbate din generație în generație. Mai mult decât deosebirile morfologice, arealele bine delimitate caracterizează rasele geografice. Despre rase vom vorbi și mai departe. Prin cercetări care au durat mai mulți ani JORDAN a demonstrat că speciile lineene sunt compuse dintr'un număr foarte mare de forme mai mici. Astfel la *Erophila verna* s'au putut separa 200 de forme constante, care după JORDAN ar reprezenta adevăratele specii. Speciile lui JORDAN au fost numite *specii elementare* (FRIES) sau *Jordanoni* (LOTSY), în opoziție cu speciile lineene numite *Linneoni*. Aceste specii elementare servesc să caracterizeze complexitatea speciei și au fără îndoială importanță teoretică, dar nu sunt admisibile în Sistematică de oarece în cele mai dese cazuri însușirile lor nu au valoare sistematică reală, iar răspândirea lor este foarte diferită.

Varietatea și *Forma* stabilite exclusiv pe criterii morfologice, fără o demonstrație de cauzalitate și răspândire, sunt noțiuni prea vagi și de aceea este mai bine să se renunțe la folosirea lor.

În cuprinsul speciilor, subspeciilor și raselor există grupuri de biotipuri diferențiate, legate și determinate de anumite condițiuni ecologice. Aceste grupuri de biotipuri au fost numite *rase ecologice* (KRIEGER), *ecotipuri* (TU-

RESSON), *specii în formațiune* (REGEL). Numărul și extinderea acestor ecotipuri variază de la specie la specie. După TURESSON originea ecotipurilor se datorește reacțiunii genotipice a unei populațiuni dintr'o specie față de un complex determinat de condițiuni ecologice. Așa dar în cuprinsul arealului unei specii acolo unde se găsesc condițiuni ecologice egale, nasc ecotipuri analoage. Adaptarea unităților sistematice inferioare la anumite condițiuni ecologice (*habitat*) a făcut pe TURESSON să cmită o teorie nouă — *teoria genecologică* — a distribuției unităților sistematice mici, în raport cu condițiunile mediului.

Ecotipurile la rândul lor pot fi diferențiate în *biotipuri*, care sunt unitatea cea mai simplă și elementară a speciei. Biotipul este reprezentat printr'un grup de indivizi cu structură genotipică egală și după LORSY, este singura unitate reală care ar merita numele de *specie*. În realitate numai *populațiunile* care nasc din biotipuri și care ocupă un anumit areal au importanță pentru Sistematică și Evoluție. Biotipurile și populațiile cărora ele dau naștere sunt supuse în natură la procesul de selecțiune naturală, iar pentru selecționatorul practic sunt izvorul din care își extrage prin selecțiune artificială cele mai diverse combinațiuni genotipice.

Descendența unui individ homozigot și cu autopolinizare este numită *linie pură*. La plantele cultivate separarea speciilor a mers până la linia pură, iar biotipul este caracterizat prin valoarea sa agrară. Descendența vegetativă sau apogamică a unui individ constituie un *clon*.

Dacă dovedirea transformării speciilor a preocupat îndeaproape pe biologi, mecanismul transformării speciilor nu a putut fi însă lămurit prin inducțiuni generalizatoare și nici prin metoda comparativă. După redescoperirea legilor mendeliene ale eredității, s'a dezvoltat o știință nouă *Genetica*, care prin analiză și experiență a încercat și în parte a reușit să lămurească mecanismul eredității și prin aceasta origina și natura variabilității.

Începând din al 3-lea deceniu al secolului prezent, geneticii au extins cercetările lor și în natură pentru ca să deslege problemele evoluțiunii, nu prin teorii generale, ci prin lucrări meticuloase de analiză ale descendenților, de citologie, de bio-geografie și de sistematică aplicată la studiul populațiunilor, ridicând astfel piatră cu piatră edificiul unei sinteze destul de cuprinzătoare. Prin folosirea metodei genetice, studiul evoluțiunii a căpătat caracterul unei *probleme de fiziologie*, pentru că prin experiență se caută să se determine cauza și mecanismul variabilității, în timp ce constatările anterioare privitoare la succesiunea în timp și în spațiu a stadiilor evolutive ale ființelor nu erau de fapt decât o *operă de istorie*.

Până în prezent se cunosc cca 822.765 specii de animale (pe vremea lui LINNÉ nu erau descrise decât 4.236) și cca 233.000 specii de plante. Desigur că inventarierea naturii nu s'a terminat; pe viitor vor mai fi descoperite și descrise încă multe specii. Ființele vietuitoare cuprinse în cele două regnuri, nu

pot fi înșirate în serii lineare și continui de indivizi, ci ele alcătuiesc serii diferite, mai mult sau mai puțin separate prin lacune, adică serii între care nu se găsesc tipuri intermediare. Fiecare serie în parte prezintă caractere comune și un anumit tip de variabilitate. Această *variațiune discontinuă* a organismelor a fost folosită la clasificarea organismelor în rase, specii, genuri, familii, ș. a. m. d. Morfologia și Sistemica, științe de orânduire și de prezentare istorică a faptelor au descris variațiunile de organizație, au determinat analogii și homologii între organe, au stabilit tipurile ideale de specii, genuri, familii, s'au ocupat cu studiul dezvoltării indivizilor (Ontogenia) sau a grupurilor de indivizi (Filogenia).

Genetica studiază însă cauzele și mecanismul variabilității, dovedind că în această privință organismele se supun unor anumite legi și că variabilitatea se desfășoară în natură după un plan unitar.

Doctrina evoluției se sprijină pe trei principii fundamentale: 1) *Fiecare viețuitoare se trage dintr'o altă viețuitoare, care a trăit mai înainte*; 2) *Variațiunile actuale pot să creeze lacune între grupurile de forme*; 3) *Schimbările se datoresc la cauze care acționează și azi și care deci pot fi cercetate experimental*. Evoluționistul care a aparținut școalei morfologice s'a străduit să stabilească valabilitatea celor dintâi două principii, deci să demonstreze că există în adevăr o transformare. Evoluționismul secolului al XIX-lea a făcut prin urmare operă de istorie. Evoluționismul modern este însă preocupat să cunoască mecanismul evoluției și să descopere cauza transformărilor suferite de ființele viețuitoare în timp și spațiu.

Dar să nu se creadă că Genetica este identică cu teoria evoluției sau că aceasta este o parte a Geneticei. Genetica, știința eredității și a variațiunilor, prin însăși țelul său trebuia neapărat să cuprindă în sfera preocupărilor sale și problema transformării speciilor, strâns legată de ereditatea și variabilitatea indivizilor.

La toate ființele viețuitoare deosebim două feluri de variațiuni: variațiuni datorite urzei ereditare a indivizilor, *idiotipului* și variațiuni rezultate ca o reacțiune față de mediul înconjurător. Din acțiunea simultană a idiotipului și a mediului înconjurător apar caracterele de înfățișare, *fenotipul* indivizilor.

THELLUNG numește *plastotip* modificarea produsă de mediu asupra unui individ. S'ar putea scrie atunci următoarea egalitate: *idiotipul + plastotipul = fenotipul*.

Idiotipul este alcătuit din: *genotip* localizat pe cromosomii nucleului (*genom*), *plasmotip* localizat pe citoplasmă (*plasmon*), iar la plantele superioare și din *plastidotip* localizat pe plastide (*plastidom*). Cel mai important component al idiotipului este însă *genotipul*. De aceea în genetică adesea nu se mai vorbește de idiotip, ci de genotip, ca bază esențială pentru ereditate și variabilitate. Genotipul este alcătuit dintr'un număr mare de unități fundamentale, numite *gene*, localizate pe cromosomii nucleului.

Numărul aspectelor fenotipice, care se pot desvolta pe același substrat ereditar este infinit de mare, deoarece și condițiunile mediului exterior sunt infinit de variate; dar și numărul genotipurilor pare să fie nelimitat. Doi indivizi cu aceeași zestre ereditară, nu se desvoltă niciodată în condițiuni exterioare absolut identice, de aceea întâlnim pretutindeni deosebiri fenotipice, chiar între organismele de aproape înrudite. În afară însă de deosebirile fenotipice între indivizii diferitelor populațiuni, întâlnim și deosebiri genotipice condiționate. În natură aceste două feluri de variațiuni — fenotipice și genotipice — se întâlnesc aproape întotdeauna împreună. Prin selecțiune experimentală sau naturală se poate ajunge după un număr de generațiuni la populațiuni cu indivizi genotipic egale și a căror variațiune să fie datorită numai mediului exterior. Spre deosebire de fenotip, genotipul poate fi transmis neschimbat la descendenți, posedă forțe regulatorii proprii și e sustras influenței factorilor exteriori. De aceea se poate spune cu drept cuvânt că *ereditatea este, în cea mai mare măsură, conservativă*.

Genotipul fiind localizat pe cromosomi se înțelege că manifestarea lui este strâns legată de fenomenele sexuale. Pentru ca să ușurăm înțelegerea celor ce vom desvolta în capitolele următoare, este necesar să reamintim câteva noțiuni esențiale de citologie, referitoare la sexualitatea ființelor viețuitoare. După cum se știe fenomenele sexuale la cele mai multe plante și aproape la toate animalele prezintă un caracter de absolută necesitate. Ele se caracterizează prin fuzionarea a două celule numite *gamete*. Această fuzionare a gametelor este cunoscută sub numele de *singamie* sau *fecundație*. La plante mecanismul singamiei este foarte diferit și mai ales la alge și ciuperci. Singamia are efecte diferite asupra desvoltării ulterioare a indivizilor, datorită mai ales dublării numărului de cromosomi (*diplois*) în celula *zigot*, care este rezultatul imediat al fecundației. Singamia se petrece în două faze mai mult sau mai puțin apropiate sau distanțate. În prima fază se face fuzionarea citoplasmelor celor două gamete — *plasmogamia* — iar în a doua fază nucleii se contopesc — *kariogamia* —; la urmă celula *zigot* conține suma numărului de cromosomi din gametele ce s'au fuzionat. Celula *zigot* se divide mai departe după schema diviziunii kariochinetice tipice, dând naștere corpului animalului sau plantei, care va fi alcătuit din celule cu $2n$ cromosomi. Efectul dublării numărului de cromosomi, ca o urmare fatală a singamiei este anulat într'un anumit moment din viața animalului sau plantei prin procesul de *reducțiune cromatică* sau cum se mai numește de *meiosis*. Studiul meioseii reprezintă poate cel mai important capitol din citologie, pentru că meiosa este cheia diferitelor fenomene de desvoltare, ereditate și variabilitate a ființelor viețuitoare. Mecanismul meioseii este foarte complicat și a stârnit numeroase cercetări. În fig. 1 dăm comparativ schema de diviziune kariochinetică și schema de diviziune meiotică. Reducțiunea cromatică se petrece într'un anumit moment din desvoltarea ființelor viețuitoare și are loc în anumite

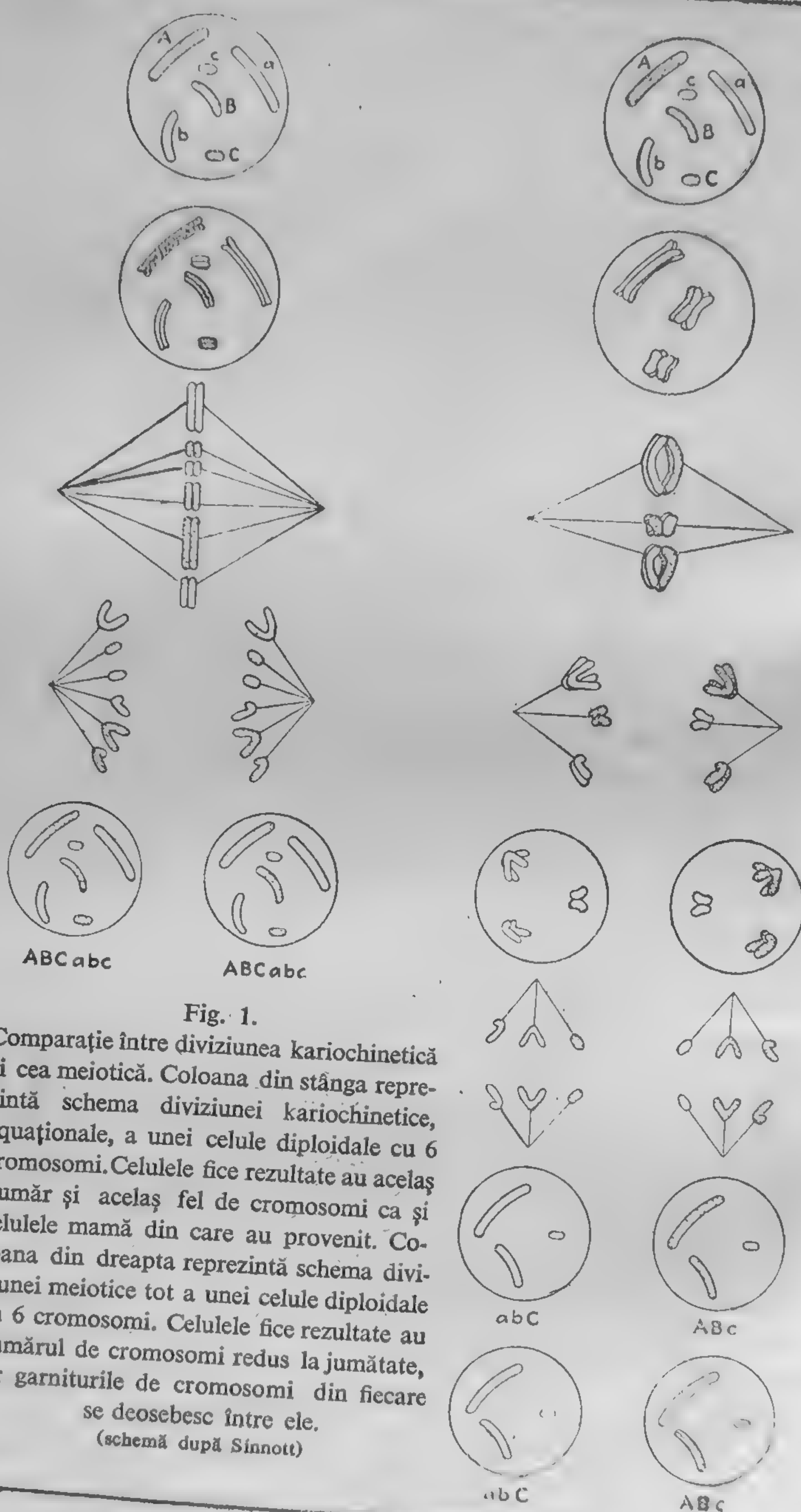


Fig. 1.

Comparație între diviziunea kariochinetică și cea meiotică. Coloana din stânga reprezintă schema diviziunii kariochinetice, equaționale, a unei celule diploide cu 6 cromosomi. Celulele fice rezultate au același număr și același fel de cromosomi ca și celulele mamă din care au provenit. Coloana din dreapta reprezintă schema diviziunii meiotice tot a unei celule diploide cu 6 cromosomi. Celulele fice rezultate au numărul de cromosomi redus la jumătate, iar garniturile de cromosomi din fiecare se deosebesc între ele.

(schemă după Sinnott)

celule: spermatocite și oocite la animale, microsporocite și macrosporocite la plantele superioare cu flori, celulele mamă ale sporilor la Bryophyte și Pteridophyte, asce la ciupercile Ascomycete, basidii la ciupercile Basidiomycete, ș. a. m. d. Ca rezultat final al meiozei rezultă la animale spermatozoizii și celulele ouă, la plantele superioare grăunții de polen (microsporii) și sacii embrionari (macrosporii), la Bryophyte și Pteridophyte sporii, la Ascomycete-ascosporii, la Basidiomycete-basidiosporii ș. a. m. d. Toate aceste celule au numărul de cromosomi înjumătățit față de acela al celulelor din care au provenit. Reducerea numărului de cromosomi la jumătate, cunoscută sub denumirea de *haplosis* este caracteristica esențială a diviziunii reducționale. În afară de aceasta, celulele rezultate nu mai conțin cromosomi homologi, ci diferiți. Singamia și reducțiunea cromatică sunt două fenomene mutual legate și reprezintă două puncte cardinale în ciclul vital al plantelor și animalelor. La plante părțile aparatului vegetativ formate după fecundație posedă celule cu $2n$ cromosomi și constituiesc *sporofitul* sau *diplofaza*, iar cele rezultate din înmulțirea celulelor, după reducțiunea cromatică constituiesc *gametofitul* sau *haplofaza*. Aceste două faze de proporții variabile la diferitele grupuri de plante, alternează în jurul celor două puncte cardinale amintite: singamia și meiosa. La animale (metazoare) alternanța de faze este mult mascată, de oarece diplofaza este foarte dezvoltată și reprezentată prin corpul animalului, iar haplofaza este redusă numai la celulele sexuale. În timpul diviziunii meiotice ca și în timpul diviziunii kariochinetice tipice, genotipul nu se modifică, alcătuirea sa genică rămânând neschimbată.

Genotipul poate fi modificat prin *mutațiune*; ceea ce se întâlnește în toate populațiunile genotipic unitare, după câțva timp.

Prin mutațiune se înțelege orice schimbare a genotipului. În fig. 2 dăm, după TIMOFÉEFF-RESSOVSKY, o reprezentare schematică a diferitelor tipuri de mutațiuni. Sub această definiție largă a mutantelor sunt cuprinse numeroase și diferite fenomene: modificarea structurii genelor izolate, schimbarea poziției genelor pe cromosomi, diferite aberațiuni cromosomiale, multiplicarea garniturilor cromosomiale în întregime. Sensu stricto, prin mutațiune trebuie să înțelegem numai schimbările structurale ale genelor, fie că aceste schimbări sunt datorite la cauze fizice, fie că sunt datorite la cauze chimice, fie că se petrec spontan.

Rolul mutațiunilor de gene, al aberațiunilor cromosomiale și al multiplicării garniturilor de cromosomi pentru evoluție, este capital. Mecanismul acțiunii lor este diferit și de aceea trebuie să ne ocupăm de fiecare din ele separat.

I. MUTAȚIUNI DE GENE

Întrebarea la care trebuie să răspundem mai înainte ca să vorbim despre mutațiunile genelor și rolul lor în evoluție este următoarea: *ce este o genă?*

Un răspuns definitiv, o definiție precisă nu se poate da. Se obișnuiește să se reprezinte gena ca o moleculă *nucleo-proteică*, dar până azi natura lor e

hipotetică. Fiecare genă se găsește localizată într'un anumit loc pe cromosom. Strâns fixată de punctul de localizare gena este purtătoarea unei anumite însușiri ereditare, în timpul diviziunii vegetative a celulelor se înmulțește, în timpul fecundațiunii se combină cu o altă genă, iar în timpul diviziunii reductoare se împarte. Genele de pe acelaș cromosom se transmit în descendență împreună,

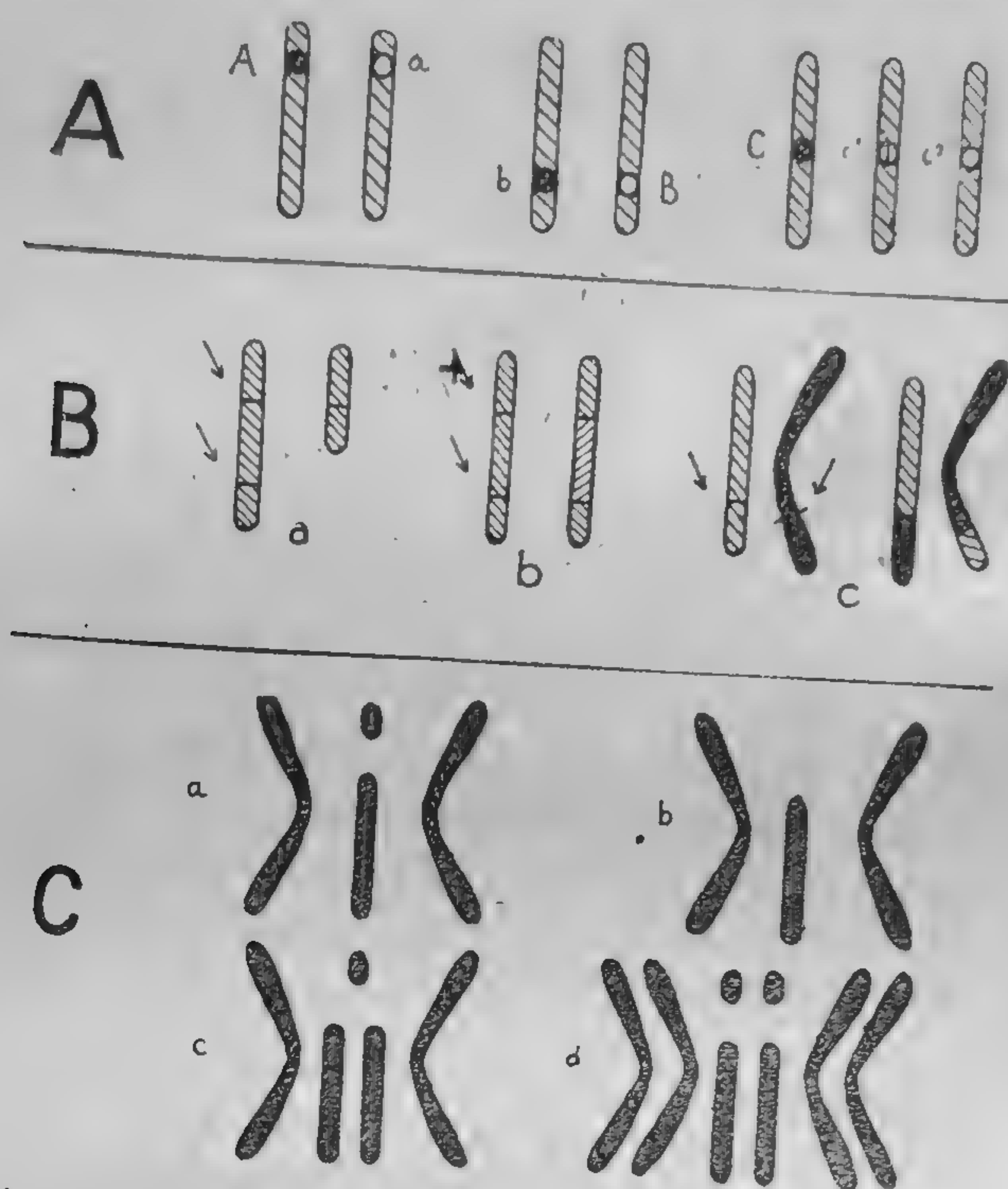


Fig. 2. — Reprezentare schematică a diferitelor tipuri de mutațiuni. A-Mutațiuni de gene: a, mutațiune recesivă a genei A; B, mutațiune dominantă a genei b; C, c^1 și c^2 allele multiple. B-Mutațiuni suferite de cromosomi: a, ruperea unei bucăți de cromosom; b, inversiune; c, translocare reciprocă. C-Mutațiuni ale întregului genom: a, aspectul normal al unei garnituri haploide de cromosomi; b și c, heteroploidie, în b numărul cromosomilor este $n-1$, iar în c este $n+1$; d, poliploidie, adică multiplicarea garniturii de cromosomi în întregime (Xn cromosomi). (după Timoféeff-Ressovsky).

acuplate. Acuplarea poate fi absolută sau poate fi turburată prin schimbul unor bucăți de cromosomi (chiasmapiie, crossing-over). Frecvența de schimb între două gene este constantă și depinde numai de depărtarea celor două gene pe cromosomi. În celulele diploide normale se găsesc în totdeauna doi cromosomi identici. Fiecare cromosom are câte o genă asemănătoare cu

gena cromosomului homolog și cu aceeași localizare. În acelaș loc pe cromosomii homologi pot să fie localizate și gene cu acțiuni diferite. Aceste gene cu acțiuni diferite, situate în acelaș loc pe cromosomii homologi se numesc *allele* sau *gene allelomorphe*. Din acțiunea reciprocă a allelelor se poate constata că una o acoperă pe cealaltă, ca efect. Cea dintâi se numește *dominantă*, cea de a doua se numește *recesivă*. Sunt și cazuri când genele dominante și recesive au o acțiune egală. În acest caz efectul acțiunii lor este *intermediar*. Efectul genelor allele depinde nu numai de natura lor, ci și de poziția lor în raport cu genele învecinate. Uneori se întâlnesc pe cromosomii homologi mai multe decât două allele, fixate în acelaș loc și cu acțiune simultană. Aceste se numesc *allele multiple*. Dimensiunile genelor sunt greu de apreciat, ele trebuie să fie cuprinse între 1/100—12/100 dintr'un micron, deci sub dimensiunile structurilor vizibile. Numărul lor e foarte mare. De pildă la *Drosophila*, care are numai 8 cromosomi, este de 2.000—2.500. Se presupune că genele dominante sunt puțin mai mari decât cele recesive; câteodată genele recesive diferă de allelele lor dominante și prin calitatea lor, nu numai prin volum. Un caracter esențial al genelor este puterea lor de multiplicare. În momentul diviziunii celulei fiecare genă se dedublează, sau putem spune, cu alte vorbe, că fiecare genă incită formarea unei alte gene perfect asemănătoare.

Genele prezintă proprietăți de enzime, dar presupunerea adesea ori exprimată, că genele ar fi chiar enzime, este cum s'a dovedit, foarte puțin probabilă, deși ele participă indirect la producerea enzimelor.

Genele sunt stabile, rămânând timp de mai multe generațiuni asemănătoare. În ultimii ani s'a demonstrat că labilitatea fenotipică a unui caracter poate fi datorită și unei modificări lente a genelor (gene labile), săvârșită cu timpul. Genele sunt independente față de mediu, precum și față de modificările somatice provocate de mediu. Manifestarea acțiunii genelor, depinde însă foarte mult de factorii exteriori și în această privință se pot cita numeroase exemple atât din regnul vegetal, cât și din regnul animal.

La *Primula* se obțin flori roșii la frig și flori albe în seră. La unele rase de porumb frunzele se înroșesc la soare și rămân verzi la umbră. Căldura descreștește puful găinilor *Frizzle*.

Genetica nu a avut niciodată pretenția să minimalizeze acțiunea de diferențiere exercitată de mediu. Genetica a contribuit să reiasă și mai bine în evidență efectele diferențiale ale mediului, atunci când bine înțeles se exercită pe genome comparabile.

Modul de acțiune al genelor este foarte complex. Ele acționează unele asupra celorlalte și toate asupra citoplasmei, care la rândul ei influențează activitatea lor. Un capitol nou al Biologiei se deschide, acela al *Fiziologiei genelor*, dar acest capitol este de abia la început. Din experiențele lui WHITING și CASPARI se cunoaște că sub influența unei gene se produce o modificare

humorală. Un mare număr de diferențe genetice se realizează prin ajutorul acelor substanțe specifice secretate de glandele endocrine și care se numesc hormoni. De ex. labelle scurte ale basetului se datoresc unei activități mai reduse a hipofizei în momentul dezvoltării picioarelor. Diferențele sexuale dela Vertebrate sunt condiționate de diferențe hormonale, dar acestea la rândul lor sunt condiționate de diferențe genetice. Hormonii nu sunt produsele directe ale genelor, dar ei se formează la sfârșitul unei serii de reacțiuni care au fost stârnite de gene. De aceea trebuie să facem deosebire între efectul primar al unei gene și efectele sale secundare, care sunt mai mult sau mai puțin constante.

Genele influențează organismele în toate stadiile lor de dezvoltare. De aceea mutațiunile de gene contribuiesc la manifestarea tuturor modificărilor morfologice și fiziologice ale organismelor. Schimbările fiziologice produse de mutațiunile de gene trec, în cea mai mare parte, neobservate; schimbările morfologice fiind evidente au atras atențiunea în primul rând și au fost mai bine studiate.

În general mutațiunile de gene provoacă o scădere a vitalității descendenților. Aceasta a îngăduit adversarilor teoriei genetiste să afirme că mutațiunile nu servesc evoluțiunii. Vitalitatea mutantelor este însă în funcțiune de factorii externi. De ex. mutantă *eversae* dela *Drosophila funebris*, cum a arătat TIMOFÉEFF RESSOVSKY, are la temperaturile de 16° — 18° și 28° — 30° o vitalitate mai redusă, pe când la 24° — 25° o vitalitate mai mare chiar decât formele sălbatice. Dar o împărțire a mutantelor în folositoare și nefolositoare este de sigur fără rost.

Nu toate genele sunt egal de mutabile. Unele au înclinare mai puternică spre mutare, altele mai slabă și altele sunt foarte stabile. La porumb factorul de culoare (R.) are cea mai mare frecvență de mutare. Același lucru a fost constatat și la *Drosophila*. Aceste rezultate aruncă o lumină nouă asupra observațiunilor sistematicienilor și paleontologilor, dovedindu-se că unele grupuri au o mare rezervă de posibilități de variabilitate prin mutațiune și evoluează repede; pe când altele au o rezervă mai mică de posibilități de variabilitate prin mutațiune, rămânând aproape neschimbate în timpuri geologice. Așa se explică bunăoară invariabilitatea genului *Lingula* dintre *Brachiopode*, din Paleozoic și până azi, precum și existența atâtor relice terțiare cu caractere constante în flora diferitelor țări. Intensitatea acțiunii mutațiunilor de gene este foarte mică și în general frecvența genelor mutante este invers proporțională cu mărimea acțiunii lor. O frecvență mare a genelor mutante, dar cu acțiune slabă are mai mare importanță pentru evoluție decât genele cu puternică acțiune, dar care se întâlnesc foarte rar.

Se știe că deosebirile dintre rase și specii nu sunt determinate de influența unei singure gene, ci de însumarea acțiunii a numeroase gene, care fiecare pentru sine are o înrăurire redusă.

Genele mutante au fost numite cu diferiți termeni, adesea după caracterul cel mai evident pe care-l provoacă, dar de regulă ele prezintă o acțiune multiplă, provocând mai multe schimbări. Această acțiune *pleiotropă* a genelor nu este în deajuns studiată pentru ca să putem afirma dacă se prezintă ca regulă sau ca excepție.

O problemă foarte importantă pentru evoluțiune este aceea a frecvenței *mutațiilor în natură*. În această privință avem prea puține date din cauza micimii caracterelor variante, care trec adesea neobservate. BAUR la o stirpă de *Antirrhinum* a observat 10% mutațiuni mici, spontane. Mutantele letale la populațiunile naturale de *Drosophila* variază dela 0,103% la 1,14%.

Mutațiunile spontane sunt rare; așa sunt cele datorite vârstei. În cele mai dese cazuri ele sunt aparent spontane, fiind provocate de cauze externe: căldura (în special scăderile brusce de temperatură), razele Roentgen, razele Gama, razele corpusculare α și β , razele luminoase și ultra-violete, razele electro-magnetice. Toți agenții fizici amintiți, precum și o serie de agenți chimici, ca iodul, amoniacul, apa oxigenată, și în special colchicina și acenaphtenul au fost folosiți și la provocarea experimentală a mutațiilor.

Important de cunoscut e faptul că deosebiriile morfologice și fiziologice dintre indivizi, populațiuni, rase și specii nu sunt altceva decât manifestarea deosebirilor dintre gene, iar deosebirile dintre gene sunt determinate de mutațiuni. Deși acesta e un fapt dovedit experimental, totuși a fost considerat de către unii (OSBORN) că nu reprezintă cazul normal în natură, ci numai niște neregularități care mai mult turbură dezvoltarea regulată a speciilor.

Formarea speciilor este în adevăr un mers continuu, dar acest mers este alcătuit din numeroși pași mărunți: mutațiunile. Mutațiunile nu ating nicio dată simultan numeroase gene, ci numai anumite gene. Dacă presupunem de pildă că două specii s'ar deosebi numai prin 100 de gene, atunci rația de mutabilitate a fiecărei gene ar fi de 1 : 10.000, iar probabilitatea formării *dintr'odată* a unei specii ar fi de $1 : 10.000^{100}$, dacă toate genele ar muta. Aceasta ar însemna cum spune DOBZHANSKY întocmai ca și cum punând un vas cu apă pe foc, apa ar îngheța. Astfel de schimbări nu se petrec în natură.

Existența mutantelor de gene este neîndoielnică. Ele au fost aflate nu numai în cercetările de laborator, ci și în populațiunile naturale. Așa de ex. DUBININ cercetând 12 populațiuni sălbatece de *Drosophila melanogaster* în Rusia, a constatat că numai una singură este lipsită de gene mutante. La celelalte 11 populațiuni, frecvența genelor mutante a fost de 3,9% până la 33,1%, iar frecvența factorilor letali de 1,1—21,4%. Ceva mai mult, analizând populațiunile din aceeași localitate, dar într'o serie de ani, a descoperit mari

variațiuni în frecvența diferitelor gene mutante. Unele dintre aceste mutante sălbatece corespundeau în totul tipurilor obținute în laborator, altele însă interesau gene nouă și se prezentau diferit. Multe dintre aceste mutante au fost găsite numai în anumite localități, iar acolo erau foarte frecvente. În America (STURTEVANT) și în Anglia (GORDON) au descoperit în populațiunile sălbatece de *Drosophila* de origini geografice deosebite și mutante legate de sexe. Cele mai multe însă erau recesive sau letale. Mutante naturale au mai fost găsite și la alte organisme, dar descoperirea lor e în general foarte greu de făcut, în special la acelea care nu pot fi cultivate în laborator. Multe mutante au fost descrise ca monstruoziități, aberațiuni, iar cercetătorul de școală veche, le trecea cu vederea, considerându-le ca aparițiuni neortodoxe. TIMOFÉEFF-RESSOVSKY a obținut experimental la gândacul *Epilachna chrysomelina* o mutantă, care fusese descrisă din mai multe localități ca o rasă deosebită, aberantă.

La racul *Gammarus chevreuxi* s'au obținut în cultură mutante corespunzătoare tipurilor sălbatece (SPOONER). Observațiuni foarte interesante în această privință au fost făcute la *muștarul alb* (SALTYKOVSKY și FEODOROV) în împrejurimile Leningradului. Populațiunile sălbatece ale acestei plante erau complet uniforme, cu excepția câtorva indivizi care având defecte de clorofilă prezentau pete albe pe frunze. Când indivizii din natură au fost împiedecați să se încrucișeze între ei (cum e cazul normal) și s'au autofecundat, atunci 3,8% din descendenții primei generații și 6,8% din a 2-a generație prezentau defecte de clorofilă.

Mutantele de gene despre care am vorbit până aci, determină schimbări fenotipice destul de evidente. Faptul însă că în natură aceste gene mutante se găsesc aproape exclusiv în stare heterozigotă, ne face să presupunem că în prezent aceste gene nu pot să producă adevărate însușiri de rasă. Faptul de asemenea că în multe din populațiunile sălbatece genele letale sunt foarte frecvente, este o dovadă în plus că cele mai multe dintre mutantele obținute în laborator sunt de natură *patologică*.

Afară însă de aceste mutațiuni cu caractere evidente, ușor de recunoscut, se întâlnesc în natură și alte *mutante* numite *mici*, care nu se manifestă prin variațiuni fenotipice importante, trecând deseori neobservate, dar care totuși există, cum a dovedit BAUR la *Antirrhinum* și TIMOFÉEFF-RESSOVSKY la *Drosophila*. Punerea în evidență a acestor mutațiuni se face greu, fiind o operațiune extrem de migăloasă; totuși DUBININ le-a identificat la populațiunile sălbatece de *Drosophila melanogaster* din Caucas.

Rezultă din cele arătate până aci, că mutantele de gene sunt cauza genotipică a variabilității indivizilor, raselor, speciilor.

Speciile, rareori sunt alcătuite din populațiuni omogene, cel mai adesea sunt alcătuite din rase, caracterizate fiecare prin grupurile lor de însușiri. Noțiunea strictă de « rasă » este întrebuintată pentru desemnarea diferitelor

grupuri din cuprinsul unei specii, alcătuite din indivizi cu anumite caractere ereditare comune. Formarea raselor geografice este probabil mijlocul cel mai frecvent al diferențierii speciilor de animale și plante. Aceste rase geografice ajung cu timpul să colonizeze sute și mii de km², pot la rândul lor să se împartă în alte rase secundare mai mici (*natio*), sau cum le-a numit TURBESSON la plante, *ecotipuri*. Aceste ecotipuri au caractere ereditare, sunt adaptate la anumite condițiuni de viață în cuprinsul arealului unei specii și se întâlnesc întotdeauna acolo unde predomină aceleași condițiuni de mediu. Astfel s-au deosebit ecotipuri de deșert, de dune, de pădure, de mlaștină.

Se pune o întrebare: sunt aceste deosebiri de rase bazate pe același fundament ereditar ca și variabilitatea individuală, cu alte cuvinte sunt aceste unități sistematice determinate de deosebiri de gene? Variabilitatea raselor se sprijină în general pe gene recesive și heterozigote, așa că numai în anumite împrejurări ele se exteriorizează în descendență. Manifestarea unei astfel de variațiuni ereditare, recesive a raselor este mai mult o problemă de frecvență în populațiune; numai când ele sunt foarte numeroase pot avea loc împerecheri care să exteriorizeze în descendență mutațiunea genei corespunzătoare. Frecvența cu care se întâlnesc aceste forme variabile oscilează între limite foarte îndepărtate (foarte rare și foarte dese), de aceea speciile apar polimorfe alcătuite din două sau mai multe clase de indivizi sau rase.

Variabilitatea individuală — în măsura în care este ereditară — formează rezerva de material de construcție, iar formarea raselor se bazează numai pe orânduirea într'un fel sau altul a acestui material.

Ereditatea mendeliană a caracterelor indivizilor și raselor a fost determinată la un foarte mare număr de plante și animale, chiar și la tipuri inferioare (protozoare, ciuperci, mușchi).

Deosebită importanță pentru evoluție prezintă rasele geografice.

Formarea raselor geografice este foarte frecventă și este considerată în deobște ca începutul formării noilor specii. Pentru că aparițiunea variabilității geografice este atât de multilaterală, este mai bine să ilustrăm aceea ce vrem să dovedim printr'un exemplu.

Se știe că variabilitatea grupurilor sanguine la om, este determinată de trei allele (O.A.B.). Prin acțiunea reciprocă a acestor allele au rezultat cele patru grupuri sanguine cunoscute: 1) *Grupul O* (sau I) alcătuit din indivizi care pentru O sunt homozigoți (OO). 2) *Grupul A* (sau II) conține gena A homozigotă (AA) sau heterozigotă cu O(AO). 3) *Grupul B* (III) conține gena B homozigotă (BB) sau heterozigotă cu O(BO). 4) *Grupul AB* (IV) care conține genele A și B(AB). Cei mai mulți indivizi aparțin la grupul 1, care dau și pe dătorii de sânge universali, apoi urmează în ordine grupurile 2, 3 și 4. A fost determinată la diferite popoare frecvența relativă a diferitelor grupuri sanguine, calculându-se în același timp și frecvența celor trei allele de gene. Frecvența genelor A, B și O a fost însemnată cu p, q și r. Prezintă în tabloul care

urmează frecvența celor patru grupe sanguine dela om și a celor trei gene allele corespunzătoare (în %) la diferite popoare:

T A B L O U

de frecvența celor patru grupe sanguine dela om și a celor trei gene allele corespunzătoare (în %) la diferite popoare (după SNYDER)

Poporul	Cercetătorul	Grupo sanguine				Frecvența genelor			Numărul indivizilor cercetați
		O	A	B	AB	p	q	r	
Americani	Snyder	45,0	41,0	10,0	4,0	25,9	7,3	67,0	20.000
Englezi	Hirszfeld	46,4	43,4	7,2	3,0	26,8	5,2	68,1	500
Francezi	Hirszfeld	43,2	42,6	11,2	3,0	26,2	7,4	65,7	500
Germani	Gundel	37,3	43,7	13,4	5,7	28,8	10,0	61,1	8.662
Suedezi	Hesser	36,9	46,9	9,7	6,4	31,8	8,5	60,7	533
Italiani	Mino	35,9	51,1	8,6	4,2	33,3	6,9	59,9	1.391
Români	Popovici	36,5	40,9	14,5	7,9	28,6	12,1	60,4	2.372
Ruși	Avdieva & Grizevich	32,0	38,5	23,0	6,5	25,9	16,1	56,6	2.200
Armeni	Parr	28,3	46,7	12,6	12,4	36,1	13,4	53,2	1.536
Polonezi	Halber & Midlarski	32,5	37,6	20,9	9,0	26,9	16,3	57,0	11.488
Japonezi de Nord	Miyaji	30,2	37,9	22,5	9,5	27,4	17,5	55,0	1.786
Ainu	Grove	15,8	31,3	30,9	22,0	31,7	31,4	39,7	304
Japonezi de mijloc	Nakijima	28,7	41,7	20,2	9,4	30,1	16,1	53,5	509
Coreeni	Kirihara	30,5	27,4	34,5	7,6	19,4	23,9	55,2	354
Chinezi de Nord	Liu & Wang	30,7	25,1	34,2	10,0	19,5	26,0	55,4	1.000
Chinezi de Sud	Chi-Pan	31,8	38,8	19,4	9,8	28,5	16,0	56,3	1.296
Javanezi	Bais & Verhoef	39,9	25,7	29,0	5,4	17,8	19,1	63,1	1.346
Australieni	Lee	60,3	31,7	6,4	1,6	18,4	4,2	77,6	377
Filipinieni	Cabrera & Wade	64,7	14,7	19,6	1,0	8,2	10,9	80,4	204
Indieni	Hirszfeld	31,3	19,0	41,2	8,5	14,9	29,1	55,9	1.000
Madagasca-rieni	Hirszfeld	45,5	26,2	23,7	4,5	16,8	15,4	67,5	400
Senegalezi	Hirszfeld	43,2	22,6	29,2	5,0	14,9	18,9	65,7	500
Marocani	Snyder	53,6	23,1	20,8	2,3	13,8	12,5	73,5	466
Indieni (America N.)	Snyder	79,1	16,4	3,4	0,9	9,2	2,3	88,9	1.104
Indieni (America S.)	Mazza & Franke	82,9	12,8	4,3	0,0	6,7	2,2	91,0	94

Rezultă din acest tablou că deosebirile între rasele umane în ceea ce privește grupul sanguin la care aparțin, sunt numai *cantitative*. Indienii au valori foarte mici pentru p. și q. și formează o extremă, iar tribul Ainu are în schimb valori mari pentru p. și q. și formează cealaltă extremă. Pe marele continent

eurasiatic frecvența lui q crește dela vest spre est, scade dela nord spre sud și atinge valoarea cea mai mică la popoarele originare din Australia. Gena $A(p)$ este foarte frecventă în Europa și Asia de nord, iar în sudul Asiei și Africa de nord este relativ rară.

S'a încercat să se stabilească o corelațiune între repartiția grupurilor sanguine și rasele omenești, caracterizate prin diferite însușiri exterioare

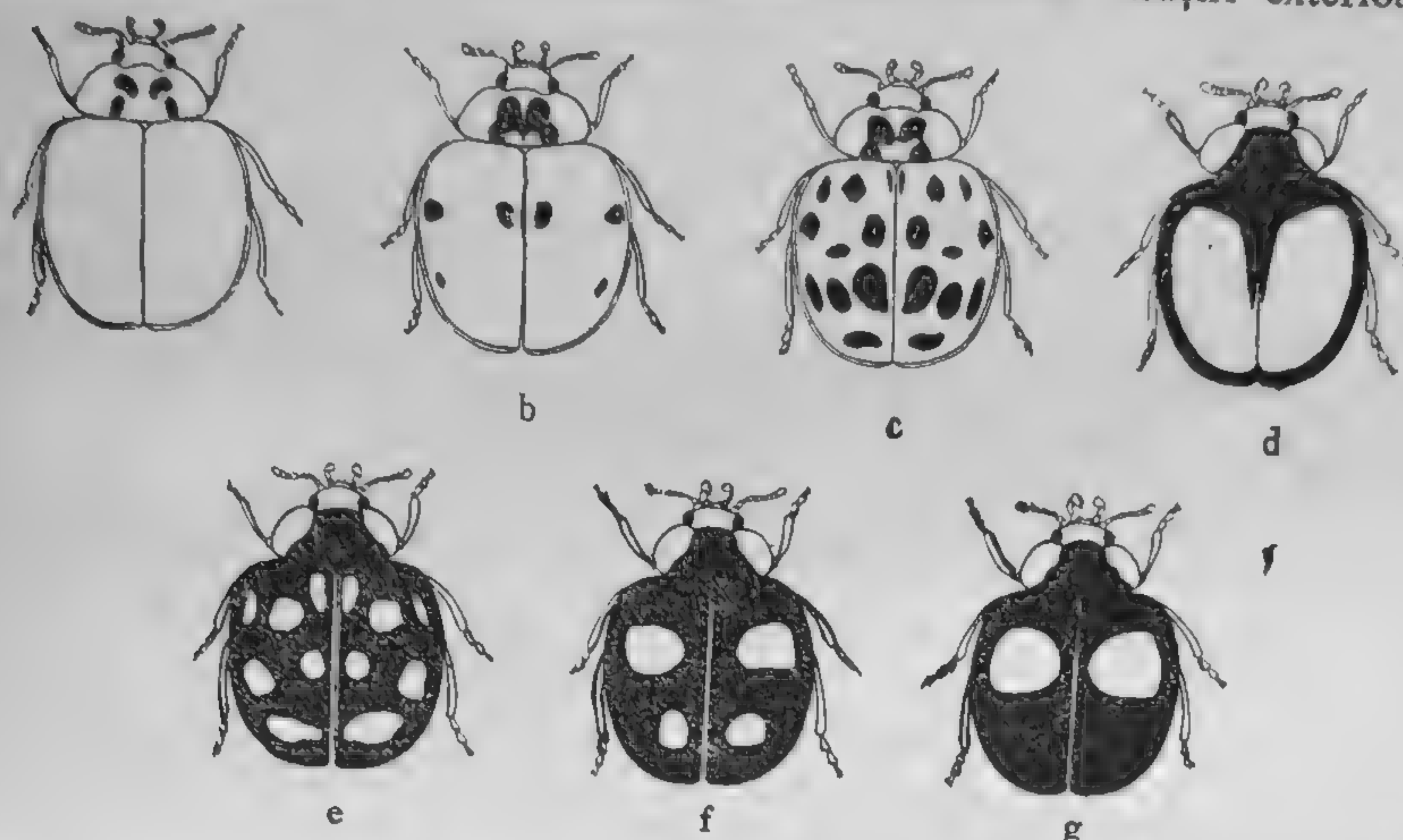


Fig. 3. — Variabilitatea discontinuă, poligenic condiționată la gândacul *Harmonia axyridis*. După colorarea aripilor și pronotului s'au deosebit 7 « varietăți »: a) var. *succinea*; b) var. *frigida*; c) var. *signata*; d) var. *aulica*; e) var. *axyridis*; f) var. *spectabilis*; g) var. *conspicua*. Varietățile a, b și c cu aripile galbene sau galbene pătate cu negru formează o grupă în care variabilitatea este condiționată de foarte neînsemnați factori ereditari sau din lumea exterioară. Celelalte varietăți formează fiecare câte un grup izolat discontinuu, determinat de câte o genă deosebită. (după Dobzhansky).

vizibile. Cercetările întreprinse în această direcțiune nu au dus la concluziuni convingătoare.

Variabilitatea geografică a însușirilor, determinată de mai multe gene, este mai complicată decât aceea determinată de o singură genă, dar avem și pentru acest fel de variabilitate câteva exemple lămuritoare. DOBZHANSKY a studiat rasele geografice, condiționate de mai multe gene la gândacul de origină asiatică *Harmonia axyridis*, care e foarte variabil în ceea ce privește colorarea aripelor și a pronotului. (Fig. 3). Autorul a împărțit numeroasele forme ale acestei specii în 5 grupuri, între care nu s'au găsit stadii intermediare, sau se întâlnesc foarte rar. Aceste 5 grupuri au o anumită răspândire geografică. Acest fel de variabilitate poligenic condiționată este o *variabilitate geografică discontinuă*, pentru că deosebiriile dintre rase sunt discontinui, fără forme intermediare. Fiecare individ de *Harmonia* poate fi clasat cu ușurință într-o clasă sau alta.

Variabilitatea discontinuă reprezintă pentru genetist cazul cel mai simplu posibil, pentru că genele ce le determină formează allele, care determină însușiri fenotipice precise.

Mutațiunile datorite variabilității discontinui se întâlnesc însă rar în natură. Mai frecvente sunt mutațiunile, la care genele determină acțiuni intermediare, sau mai puțin evidente. Acest fel de variabilitate numită *continuă*



Fig. 4. — Variabilitatea continuă la *Coccinella septempunctata*. Variabilitatea geografică a mărimii petelor de pe elitre. Mărimea cercurilor este proporțională cu mărimea petei *discalis*. (după Dobzhansky)

se întâlnește foarte deseori. Ca exemplu de variațiune continuă să cităm cazul dela buburuză: *Coccinella septempunctata*. Această specie trăiește în Europa, Asia de nord și Africa de nord. În tot acest întins areal insecta prezintă pe elitrele sale roșii, 7 puncte negre, de mărime variabilă. În Asia centrală și de S. W. se întâlnește o rasă cu pete foarte mici, iar în nordul Europei și orientul îndepărtat o rasă cu petele foarte mari. Variabilitatea acestui caracter se poate prezenta pe o curbă normală de probabilitate. Rasele extreme, cu pete mari și cu pete mici, pot fi ușor separate; populațiunile din regiunile intermediare formează un lanț întreg de forme intermediare. (Fig. 4).

La om, variabilitatea formei capului, a indexului cefalic, culoarea ochilor, culoarea părului, precum și alte caractere antropologice — folosite la separarea de rase — sunt tot numai variațiuni continui.

Exemple de variațiuni continui se cunosc foarte multe și la animale și la plante.

Tehnica analizei ereditare a variabilității continui este însă foarte grea. Ne lovim și aci ca și la studiul micilor mutațiuni, de aceleași dificultăți. În adevăr, din încrucișarea acestor rase, rezultă în generațiunea a doua (F_2) o

serie de variațiuni continuu de indivizi, în loc să obținem o separațiune pe clase, ca în cazul variațiunii discontinui, iar pentru punerea în evidență a desbinărilor factoriale în descendență este necesară o migăloasă analiză a descendenților. Aceste dificultăți au determinat pe unii cercetători să susțină că variabilitatea continuă se deosebește fundamental de cea discontinuă și că numai aceasta din urmă are o bază genetică precisă, pe când cea continuă nu se sprijină pe un mecanism mendelian. Această categorică deosebire dintre variabilitatea continuă și cea discontinuă nu este însă îndreptățită. În cele câteva cazuri în care s'a reușit să se facă analiza genetică a variabilității continuu, s'a dovedit că ea se sprijină pe aceeași bază ca și cea discontinuă și că *depinde de schimbarea frecvenței relative a genelor allele în diferitele părți ale arealului de răspândire al unei specii*. Prin cercetările clasice ale lui NILSSON-EHLE la cereale a fost descoperit *principiul acțiunii factorilor multipli*, principiu folosit ulterior pentru studiul eredității caracterelor cu deosebiri cantitative între ele. Cercetarea genetică a variațiunilor continuu a fost întreprinsă la unele specii de șoareci, la fluturele *Lymantria dispar* (GOLD-SCHMIDT), la planta *Camelina sativa* (TEDIN), la grâu (FILIPSCHENKO), ș. a. În toate cazurile s'a dovedit că deosebirile sunt datorite acțiunii *genelor multiple*. Așa dar variațiunile continuu nu se deosebesc fundamental de cele discontinui. Caracterele raselor intermediare sunt determinate de valorile medii ale genelor multiple dintr'o anumită populațiune. Așa de pildă presupunând că rasele extreme de *Coccinella septempunctata* au caracterele determinate de numeroase gene (AA. BB. CC. DD. EE. și a.a. b.b. c.c. d.d. e.e.) în populațiunile intermediare combinația genelor poate fi: A A. bb. cc. dd. ee., AA. BB. cc. dd. ee., AA. B B. C C. d.d. e.e., A A. B B. C C. D D. e e. sau chiar și alte combinațiuni între acestea.

SENSUL GENETIC AL RASELOR

Intrebuințăm frecvent termenul de *rasă*. Este dar util să lămurim care este sensul genetic al raselor. În general sub denumirea de rasă, se înțeleg foarte numeroase aparițiuni. Cel mai adesea sub denumirea de rasă se înțelege o subgrupă a unei specii, care se deosebește genetic de o altă subgrupă. Rasa geografică are un înțeles mai precis: ea este un grup de indivizi, care se deosebesc genetic de un alt grup de indivizi și care ocupă o anumită regiune. În acest din urmă sens este folosită noțiunea de rasă în sistematică, cu rezerva că în cele mai multe cazuri natura ereditară a deosebirilor este numai presupusă.

Genetiștii au atras prea puțin atențiunea asupra problemei raselor; am putea spune că au atras atențiunea în raport invers cu importanța teoretică și practică a problemei. Așa se explică confuziunea care a pătruns în multe cercuri și care tinde să prindă teren din ce în ce mai mare, mai ales în ultimele decenii.

În morfologia și antropologia clasică rasele sunt descrise de obicei prin enumerarea valorilor statistice mijlocii ale caracterelor de deosebire. Dacă s'a reușit să se stabilească odată un sistem de valori mijlocii, atunci el este folosit ca *standardul rasei respective* și la el se raportează ceilalți indivizi și celelalte grupuri de indivizi. Pentru scopuri practice, metoda aceasta statistică, simplă, este, neîndoiește de folos, dar pentru scopuri genetice ea nu poate fi întrebuințată, deoarece duce la concluziuni absolut false.

Se trece cu vederea faptul că deosebirile dintre rase sunt determinate în cele mai dese cazuri mai ales de *frecvența relativă a genelor în diferitele populațiuni* ale unei specii, decât de lipsa completă a unor gene în unele grupuri, sau de complefa lor homozigotie (puritate).

Frecvența genelor la diferitele rase ale unei specii pot să oscileze dela 0%—100%, ca limite extreme; dar nu este exclus ca în diferitele rase ale unei specii să se găsească indivizi care să posede o anumită genă, iar alții să fie lipsiți de această genă.

Greutatea studiului raselor este mult sporită prin natura genetică complexă a celor mai multe deosebiri dintre rase. Cum am văzut, grupurile sanguine la om nu alcătuiesc singurele deosebiri ale raselor omenești.

Răspândirea geografică a diferitelor gene care determină deosebirea dintre rase, este adesea independentă față de aceea a altor gene. De ex. răspândirea genelor pentru colorarea pielii sau a indicelui cefalic. Prin urmare aceste însușiri fenotipice pot să varieze independente una față de alta.

Același lucru l-a dovedit GOLDSCHMIDT la fluturele *Lymantria* pentru deosebirile diferitelor rase. GOLDSCHMIDT a mai arătat că un individ sau o populație A., în privința unor gene este mai asemănătoare cu populația B., decât cu populația C., iar în ceea ce privește alte gene sunt mai apropiate de populația C. decât de populația B.

Se mai cunoaște și faptul, întâlnit de altfel destul de des, că și indivizii aceleiași rase se pot deosebi între ei prin mai multe gene, decât se deosebesc de indivizii altor rase.

Unitățile fundamentale, ultime pe care se sprijină variabilitatea raselor sunt *populațiunea și genele*; acestea trebuiesc studiate dacă voim să stabilim precis din punct de vedere genetic, deosebirile dintre rase. Nu ne putem bizui cu niciun chip într'un astfel de studiu pe complexe de caractere somatice, date în general, în statisticile obișnuite, drept caractere de rase. Pentru ca să nu se continue o eroare care nu folosește niciodată și să se înlăture ereziile dăunătoare, este bine ca Biologii ei însăși să se convingă de acest lucru și să lupte pentru triumful adevărului științific, care pentru noi Români este în perfect acord și cu interesele noastre naționale.

Cât de mare importanță prezintă acest lucru se poate ilustra prin numeroase exemple. Incrucișări între specii s'au făcut chiar înainte de MENDEL, dar ele nu au dus la descoperirea legilor eredității. Greșala predecesorilor

lui MENDEL izvora din faptul că ei luau în considerare complexe de caractere ale indivizilor, raselor, speciilor și se osteneau să găsească regulile după care aceste complexe se moștenesc. MENDEL, cel dintâi, a avut intuiția că trebuie să se cerceteze și să se urmărească ereditatea caracterelor izolate și nicidecum a complexelor. Greșelile predecessorilor lui MENDEL se repetă din nefericire și azi de către cercetătorii variabilității raselor. În literatura biologică, antropologică și sociologică se întâlnesc în anii din urmă controverse nesfârșite asupra « problemei raselor ». Chestiunea care preocupă mai cu osebire, este aceasta: « este rasa o unitate concretă, care se întâlnește în natură sau reprezintă numai o abstracțiune, cu aplicabilitate limitată, determinată de necesitățile spiritului nostru ? ». Genetistul recunoaște însă că aceste discuțiuni asupra « problemei raselor » sunt mai mult discuțiuni de birou, care nu țin seama de un lucru fundamental și anume că *rasa nu este o unitate statică, ci un proces dinamic*. Formarea unei rase începe atunci când frecvența unei gene sau a unui grup de gene într-o parte a populațiunii se prezintă altfel decât în altă parte a populațiunii. Dacă această diferențiere progresează nestânjenit, atunci cei mai mulți sau chiar toți indivizii unei populațiuni vor avea *anume* gene, care vor lipsi celorlalte populațiuni. Dacă din diferite cauze încrucișarea dintre aceste populațiuni este împiedecată, atunci se separă rase deosebite, independente. Prin urmare numai în măsura în care acest proces progresează, « rasa » tinde să se transforme treptat într-o « unitate concretă ». Astfel, putem spune că însușirea fundamentală a unei rase este *devenirea nu existența* (das Werden nicht das Sein).

Variabilitatea raselor se exprimă prin frecvența anumitor gene în grupurile de indivizi (populațiuni) din diferite regiuni geografice sau diferite spații vitale. (D o b z h a n s k y). Descrierea acestei variabilități este mult mai logică și mai de folos decât prezentarea de fenotipuri mijlocii, cum se obișnuiește după metoda statistică curentă. Descrierea și enumerarea fenotipurilor mijlocii, împiedecă nu numai cunoașterea populațiilor în prezent, dar și a dezvoltării lor în viitor. Prin urmare postulatul genetic în cunoașterea raselor este acesta: *să se urmărească răspândirea geografică a genelor și nu valoarea mijlocie a diferitelor fenotipuri*.

Până în prezent s'au întreprins puține studii în această privință, dar ele au dat rezultate surprinzătoare. De pildă s'au cercetat genetic grupurile sanguine la om (despre care am vorbit), caracterul vocii la om (BERNSTEIN), răspândirea raselor de *Drosophila* și caracterele lor (DUBININ). S'au determinat centrele de gene pentru formare plantelor cultivate (VAVILOV). În fig. 5 dăm după VAVILOV, harta centrelor de gene pentru formarea plantelor de cultură.

Pe această cale trebuie îndrumate de aci înainte studiile asupra raselor. Studiul variabilității raselor pe bază genetică este anevoios, dar reprezintă un câmp imens și fertil pe care-l vor valorifica lucrările ce vor veni. Numai acest studiu va înlătura ereziile, ideile preconcepute sau uneori deadreptul

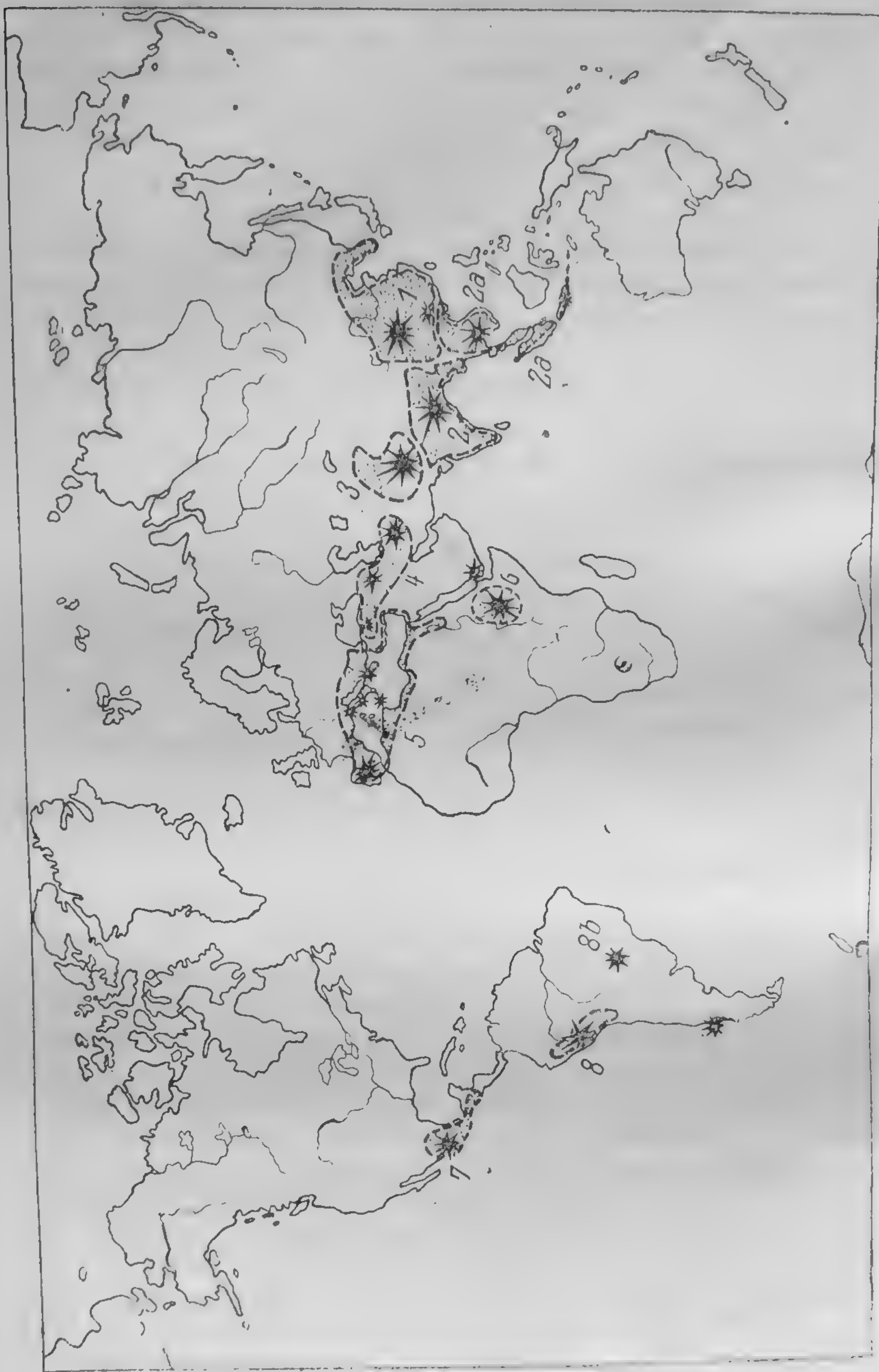


Fig. 5. — Harta centrelor de gene pentru formarea plantelor de cultură. (după Vavilov)

utopice care au prins în mreaja sau în vraja lor multe suflete generoase, dar insuficient documentate.

Din cele arătate până aci rezultă neîndoielnic, că cel puțin o parte din variabilitatea indivizilor, raselor și speciilor se sprijină pe gene, ca elemente fundamentale, iar mutațiunile de gene produc mutațiuni în natură, care îndrumate de selecțiune sunt punctul de plecare pentru formarea de noi populațiuni, rase și mai departe de specii.

Dar variabilitatea în natură nu se sprijină exclusiv pe variabilitatea genelor. Mai sunt și alte procese care stau la baza transformărilor ființelor viețuitoare.

II. SCHIMBĂRILE SUFERITE DE CROMOSOMI

Dintre toți constituenții celulari, cromosomii au atras cel mai mult atențiunea cercetătorilor. Așa se și explică progresele însemnate realizate de citologie în cunoașterea cromosomilor, în ultimii 40 de ani. Așa se explică de ce *Kariologia* și chiar *Cromosomologia* au devenit specialități, aproape separate de *Citologie*. Dar mai este și un alt temei, care a contribuit la progresul kariologiei, anume faptul că cromosomii s'au dovedit a fi purtătorii caracterelor ereditare.

MORGAN și BRIDGES au arătat că fiecare cromosom reprezintă un individ, caracterizat printr'un anumit complex de gene, cu o dispoziție lineară pe soma cromosomului. Realitatea dispoziției lineare a genelor pe cromosomi precum și teoria cromosomală a eredității au fost complet dovedite și repetat verificate.

Una din consecințele cele mai importante ale teoriei cromosomiale ale eredității a fost necesitatea acceptării unei noi constante biologice: *Kariotipul* (tipul nuclear).

Fiecare individ, rasă sau specie are un *Genotip* relativ constant, alcătuit din suma totală a genelor, transmisă de antecedenți.

Stabilitatea genotipului este răspunzătoare pentru nemodificarea caracterelor vizibile ale organismelor. Genele se găsesc pe cromosomi și pe fiecare cromosom se găsește un număr constant de gene, orânduite într'o anumită înșirare, în mod linear, iar fiecare specie are un număr determinat și constant de cromosomi. Această structură stabilă a nucleului formează *Kariotipul*. Cromosomii și genele au proprietatea să formeze la infinit alți cromosomi și gene, prin autoînmulțire.

Kariotipul ca și genotipul nu este absolut și permanent nemodificabil. Cromosomii pot suferi schimbări structurale, uneori profunde. Unele dintre modificările cromosomilor sunt determinate într'o oarecare măsură tot de gene. Modificări ale cromosomilor produse de gene au fost descrise la *Matthiola incana*, la *Crepis*, la fluturele *Lymantria*, ș. a. Ereditatea caracterelor cromo-

somilor se supune dar legilor mendeliene și este determinată ca oricăre altă însușire tot de genotip.

În afară însă de aceste schimbări structurale ale cromosomilor, determinate de gene, mai există o grupă mare de modificări care se prezintă cu totul altfel și sunt de mare importanță atât pentru ereditate, cât și pentru evoluție. Putem împărți aceste modificări în două grupuri:

1. SCHIMBĂRI ALE NUMĂRULUI DE CROMOSOMI

A) *Schimbarea numărului întregel garniturii de cromosomi conținută în nucleu.*

a) *Haploide.* Majoritatea organismelor sunt diploide. La plante gametofitul și gameții sunt haploizi. La plante s'au întâlnit excepțional indivizi cu garnituri haploide ($\frac{1}{2}$) de cromosomi în celulele corpului lor. Astfel de haploizi se cunosc la *Datura*, *Crepis*, *Oenothera*, *Triticum*, *Nicotiana*, *Solanum* etc..

b) *Poliploide.* Organismele normal diploide pot avea la un moment dat descendenți cu mai mult de două garnituri de cromosomi în celulele lor. După numărul de garnituri de cromosomi pe care le conțin aceste organisme pot să fie: *triploide*, *tetraploide*, *pentaploide*, *hexaploide* și chiar mai mult. (Fig. 6 și 7. Pl. I și II).

La mușchiul *Funaria hygrometrica* seriile poliploide se recunosc după mărimea progresivă a volumului celulelor. (Fig. 8, Pl. III).

B) *Schimbarea numărului de cromosomi dintr-o garnitură de cromosomi.*

a) *Monosome.* Sunt indivizi care au pierdut un cromosom. De regulă acești indivizi cu un cromosom lipsă în haploid nu sunt viabili, dar au putut fi uneori cultivați. S'au întâlnit ca excepție la *Datura*, *Drosophila* și altele.

b) *Polisome.* Sunt indivizi care conțin unul și același cromosom de trei ori (trisome) sau de mai multe ori. Sunt deci opusul monosomelor. Monosomele și polisomele pot să apară fie din indivizi diploizi, fie din indivizi poliploizi. Pentru ilustrare dăm exemplul dela *Datura* la care se cunosc nu mai puțin de 12 rase trisome. (Fig. 9. Pl. IV). După cromosomul în plus ce se adaogă înfățișarea lor se schimbă. La *Datura* se cunosc cazuri când unul sau mai mulți cromosomi pot fi 3—5—6 și mai mulți decât la formele normale. În acest caz modificările pe care le produce sunt mult mai profunde.

La seriile poliploide de la *Datura* se întâlnesc alături de tipurile echilibrate, frecvente modificări prin adăogarea a 1—2 cromosomi sau lipsa a 1—2 cromosomi. (Fig. 10). În fig. 11 din Pl. V este figurată o rasă diploidă și una tetraploidă echilibrate de *Datura Stramonium*, precum și două rase diploide și 3 tetraploide modificate.



Fig. 6. — Plante haploide, diploide, triploide și tetraploide de *Solanum nigrum*.
(după Joergensen)

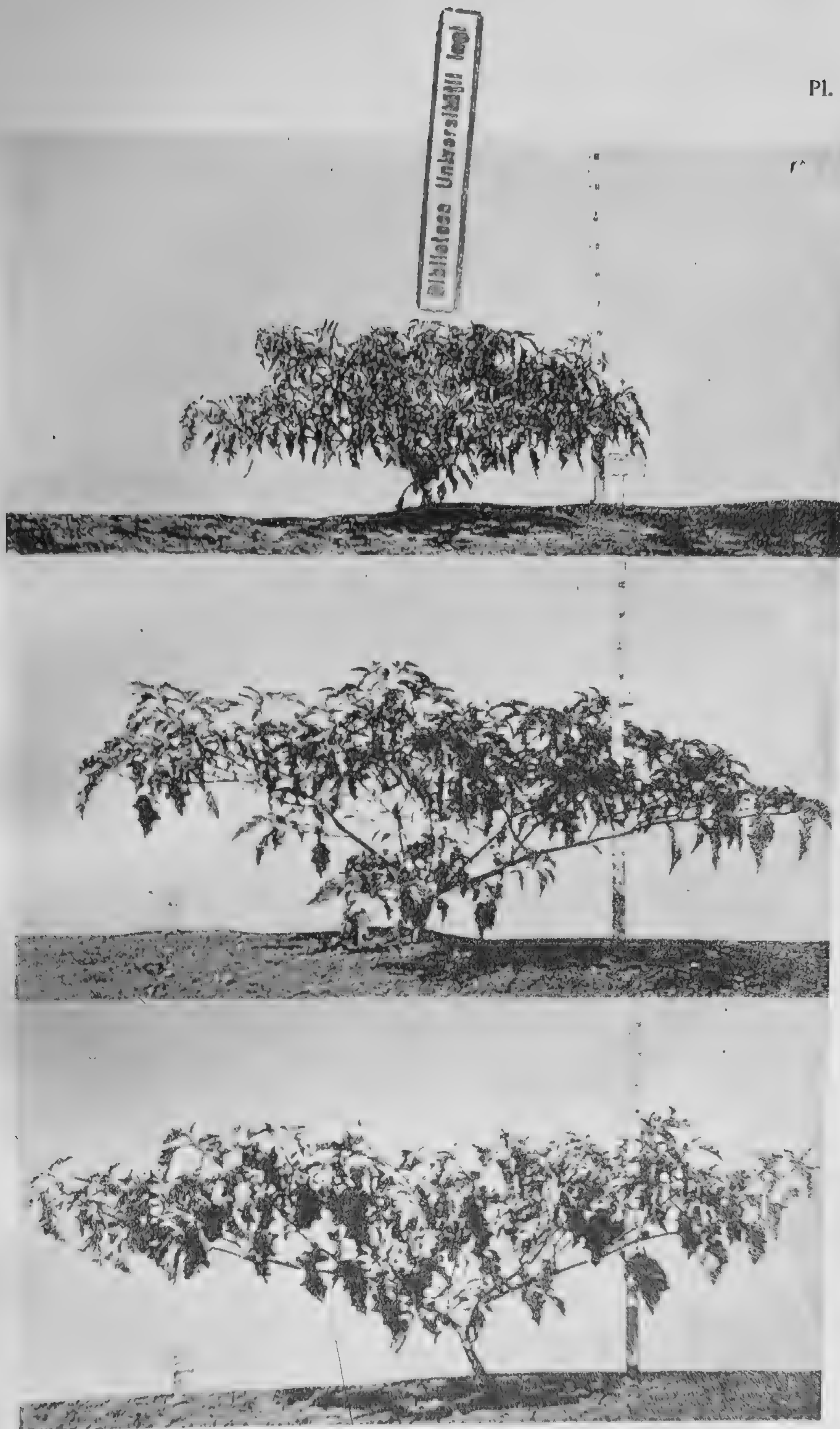


Fig. 7. — Serie poliploidă la *Datura Stramonium*: sus plantă haploidă, la mijloc diploidă, jos tetraploidă (după Blakeslee)

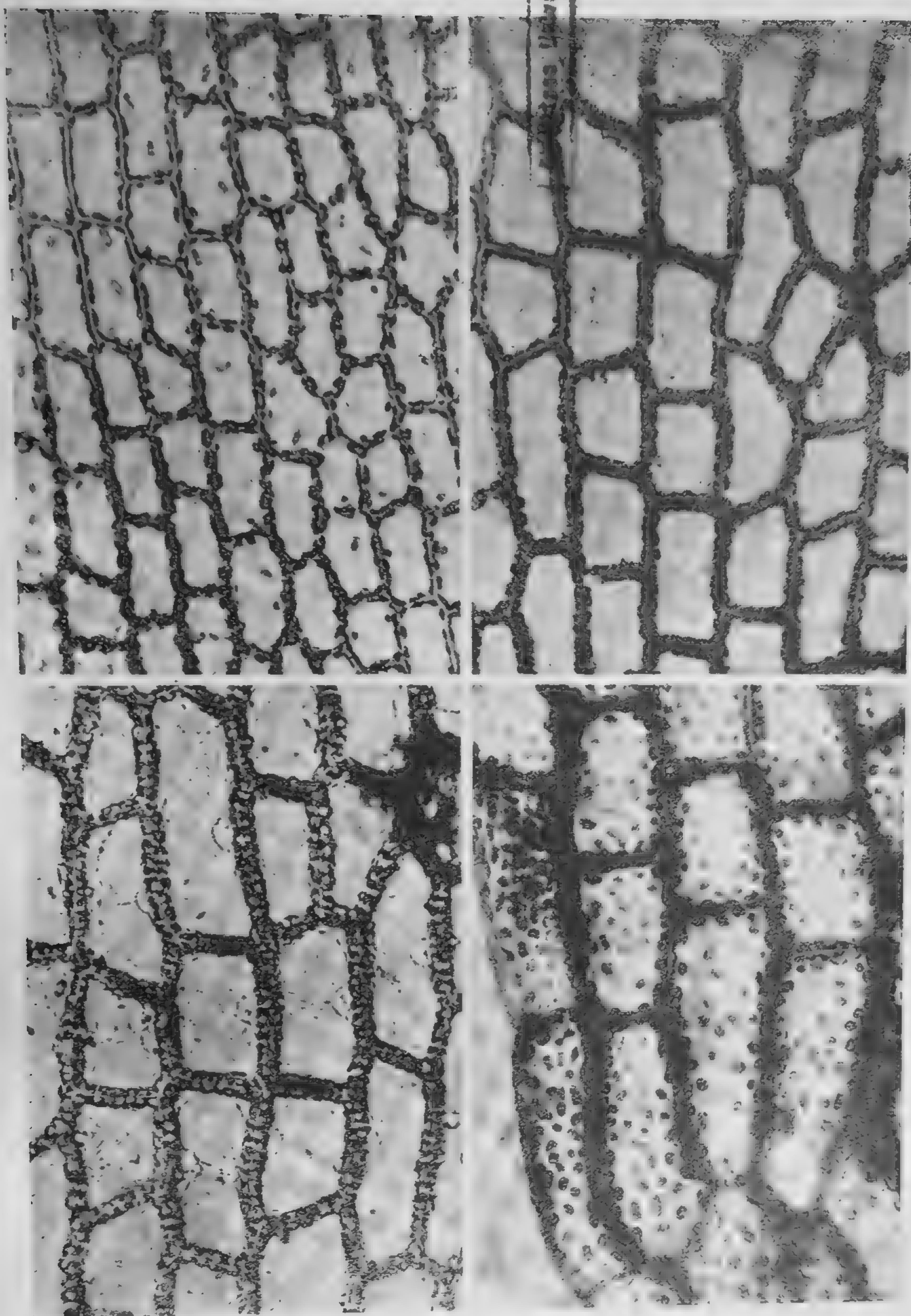
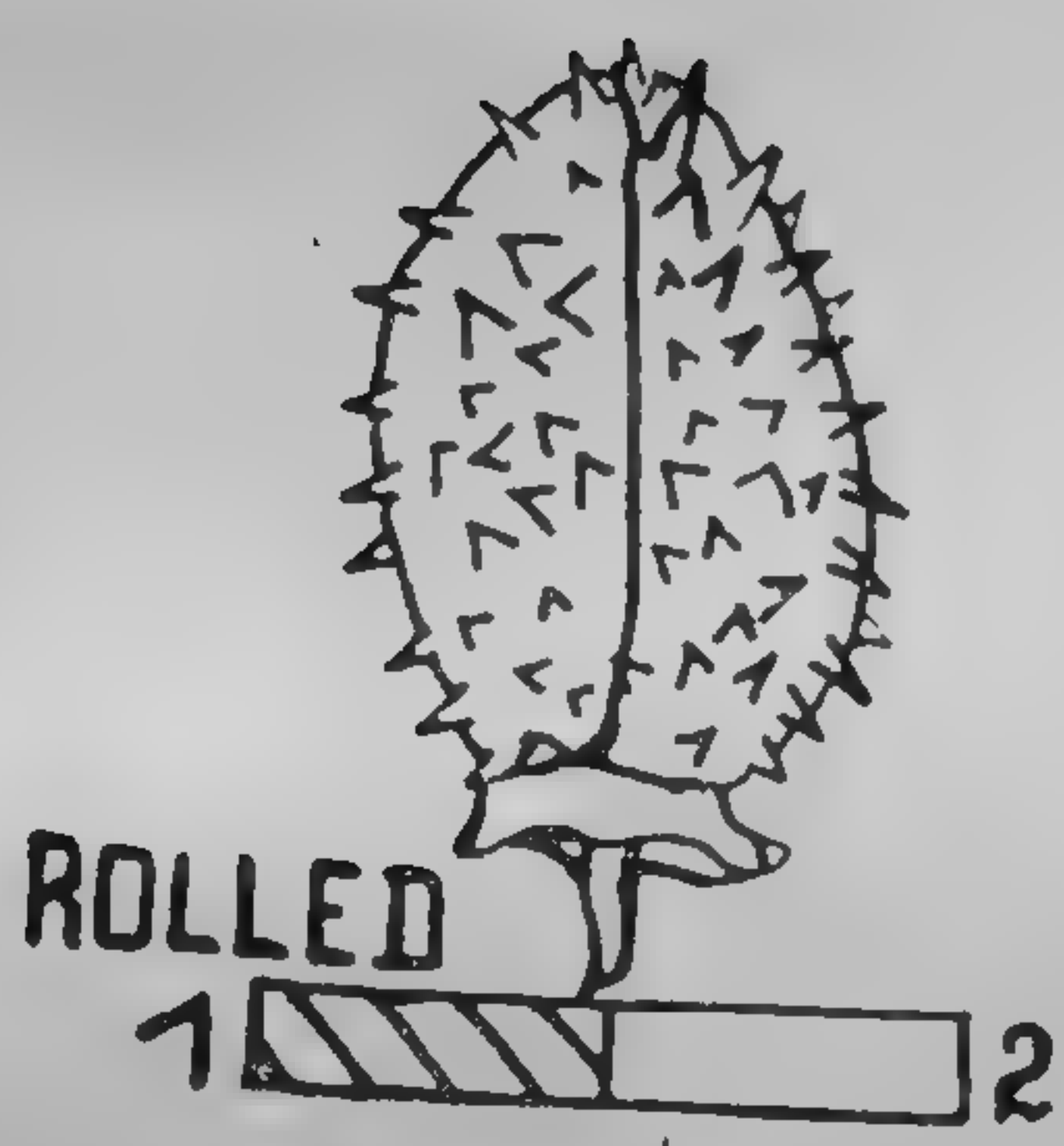
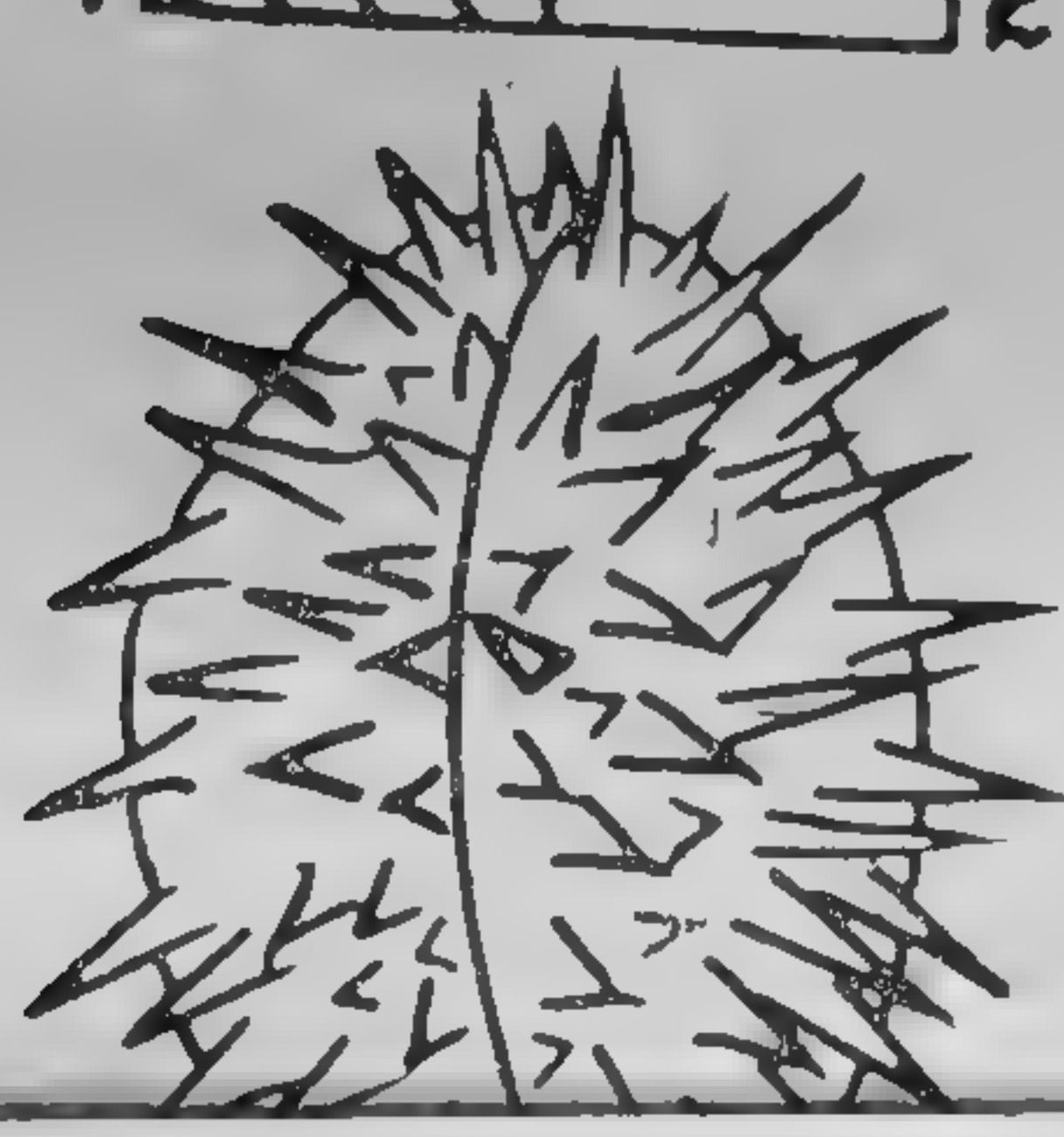


Fig. 8. — Mărimea progresivă a celulelor într'o plantă haploidă, diploidă, triploidă și tetraploidă de *Funaria hygrometrica* (după Fr. v. Wettstein).



L
3



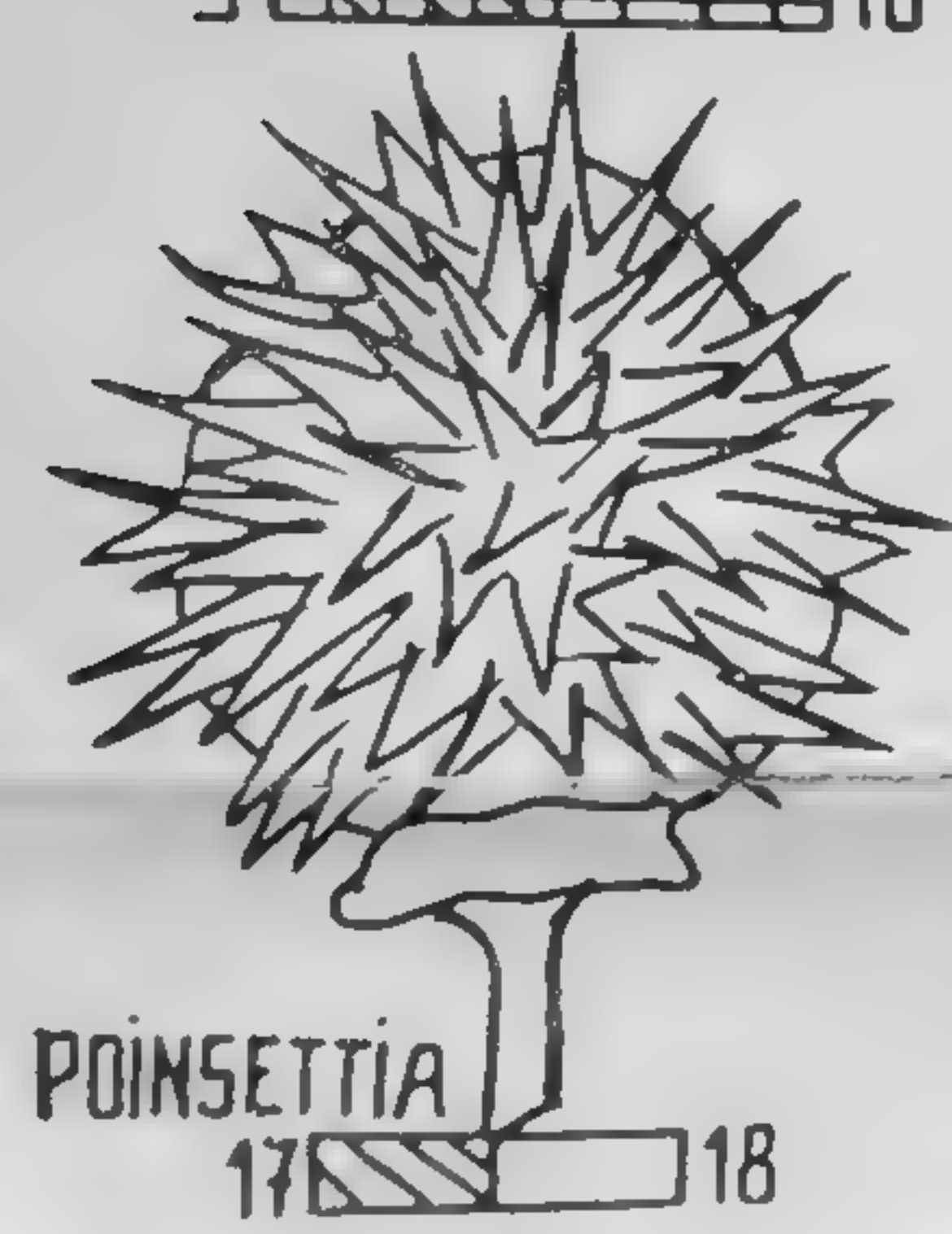
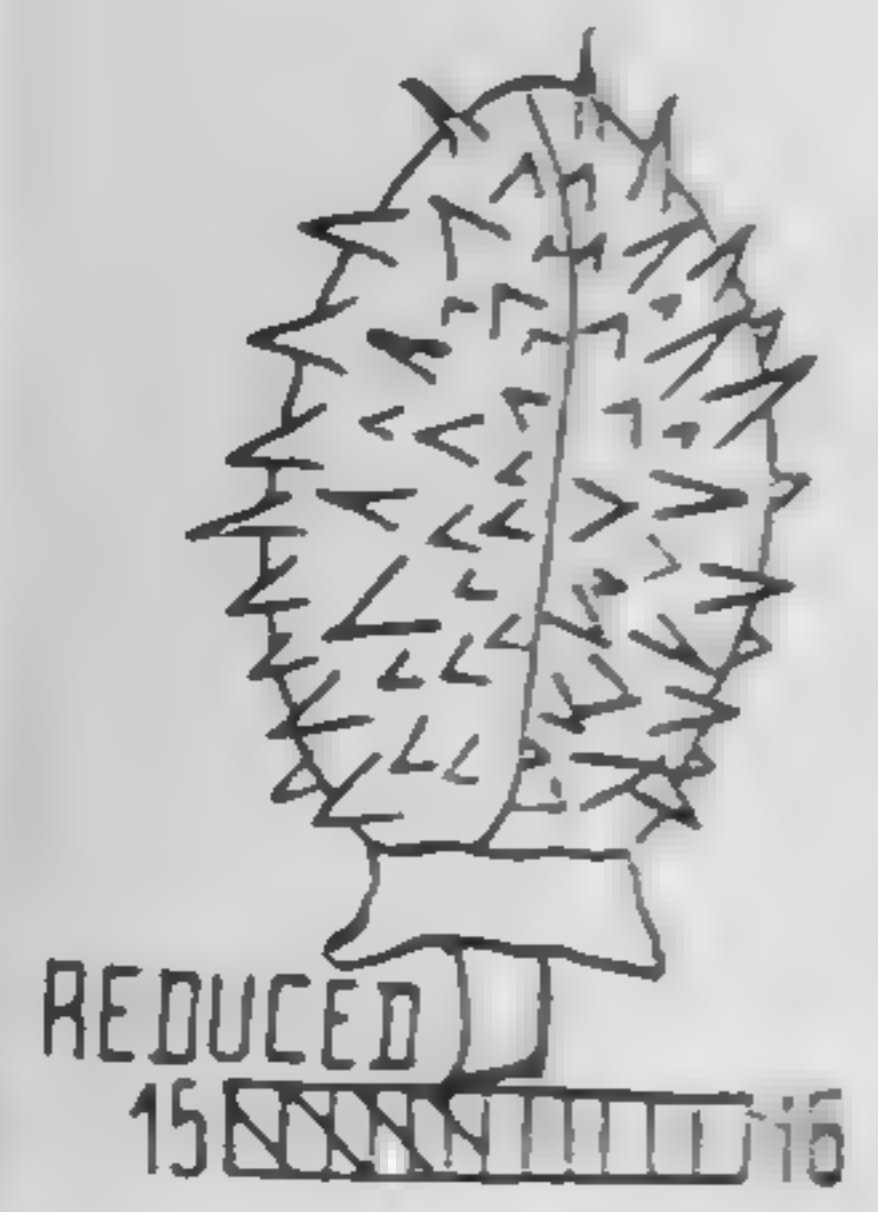
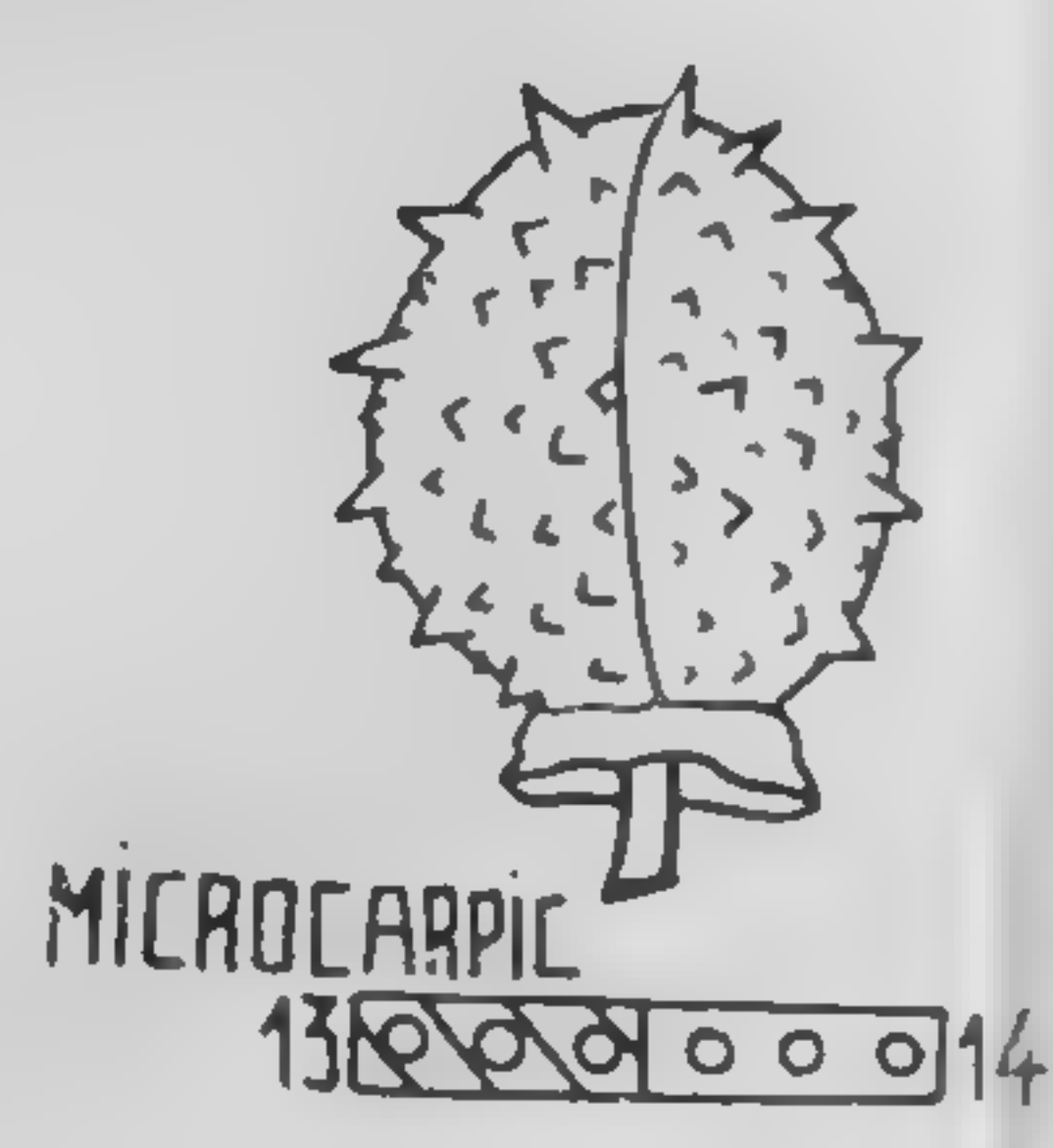
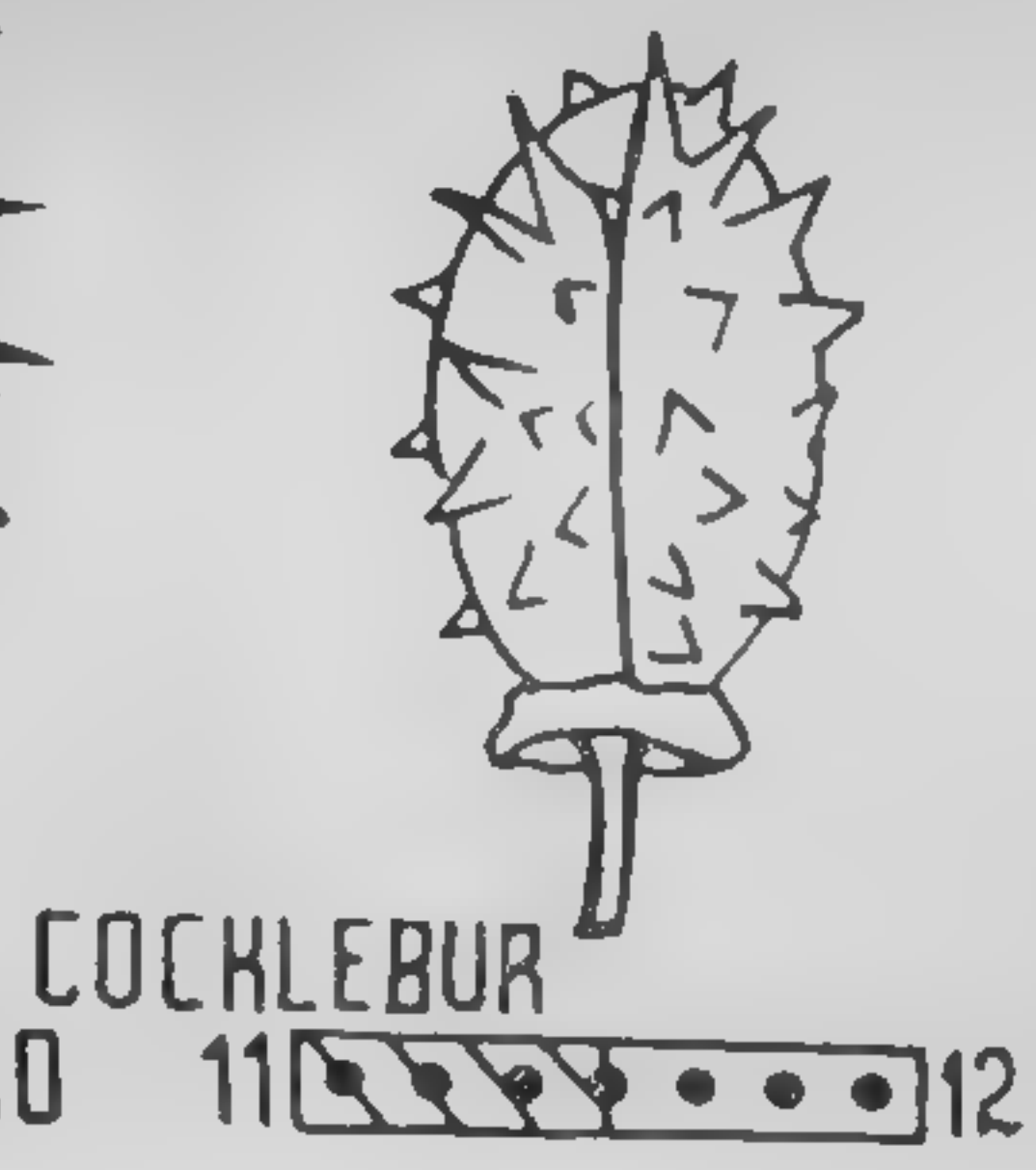
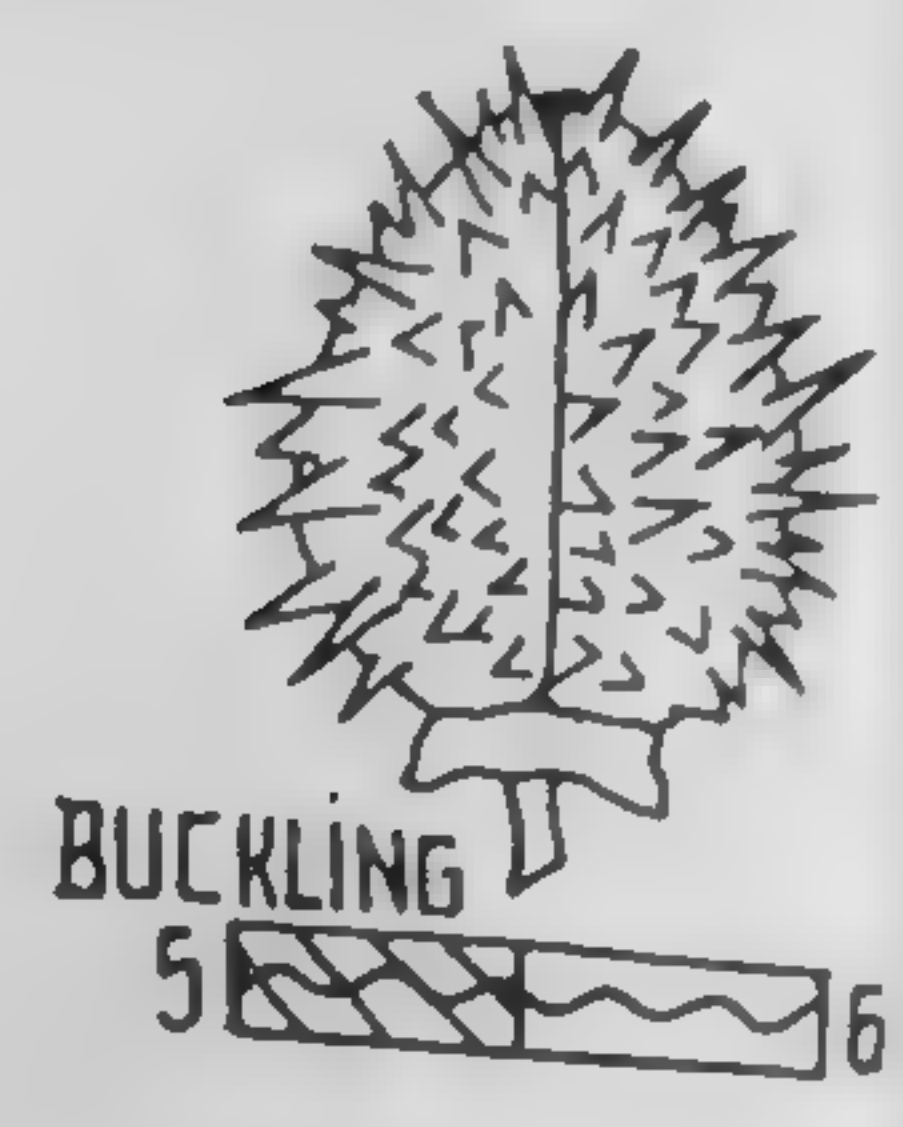
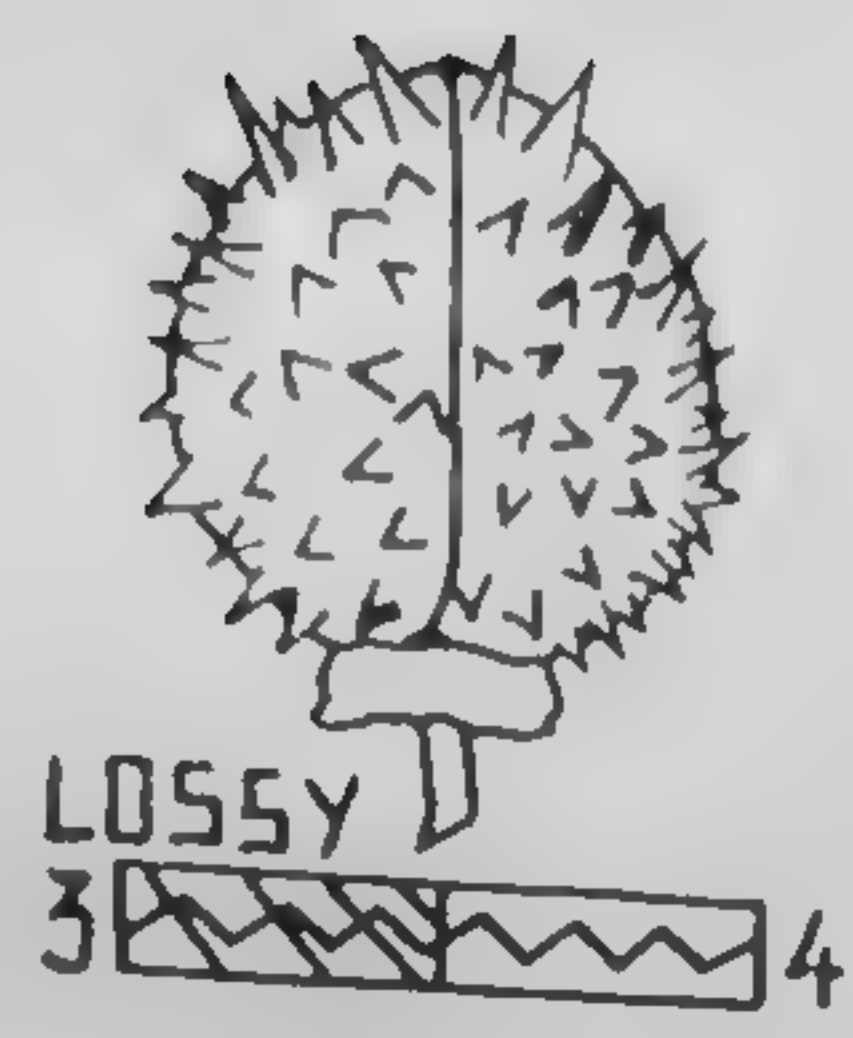
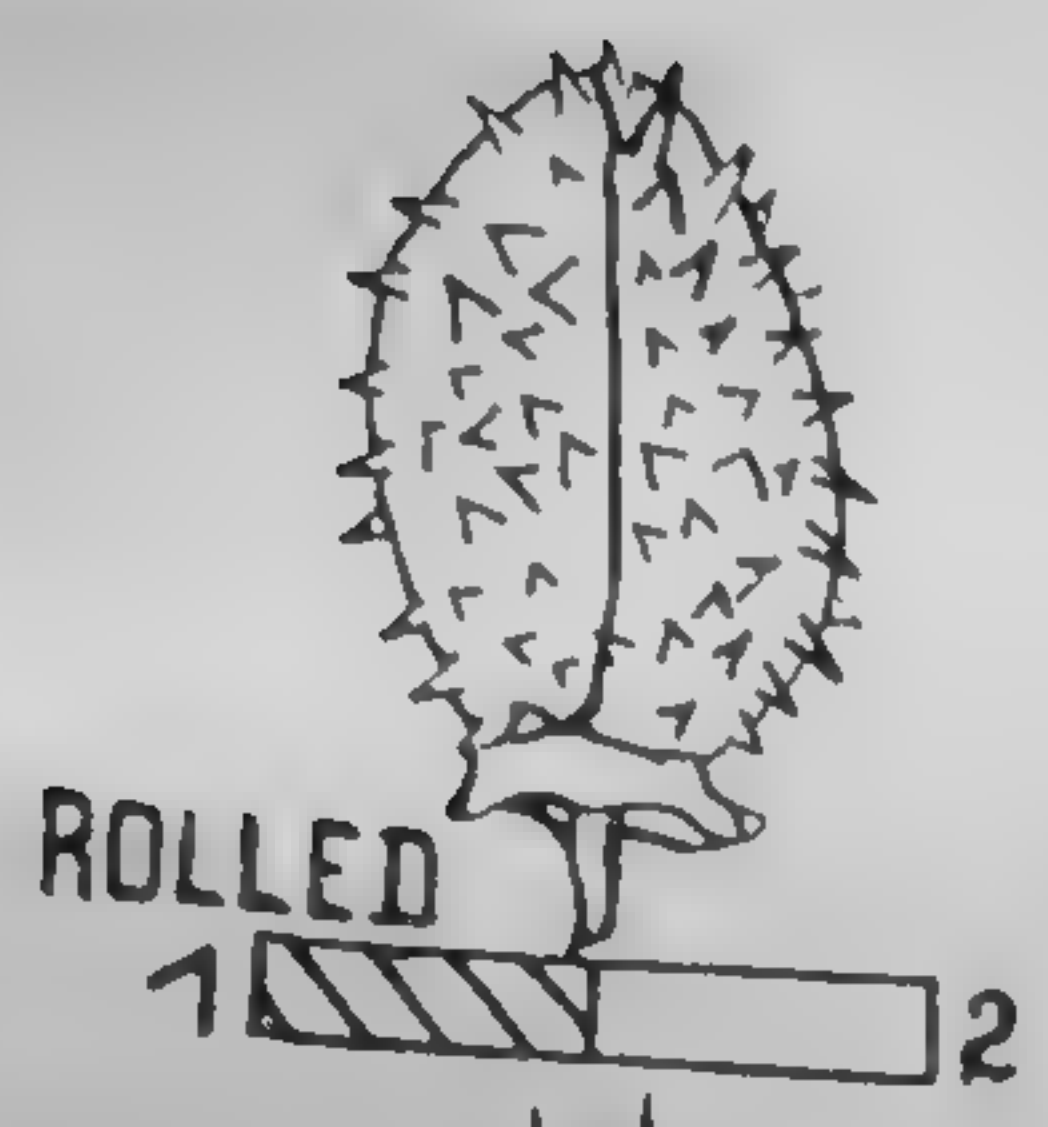
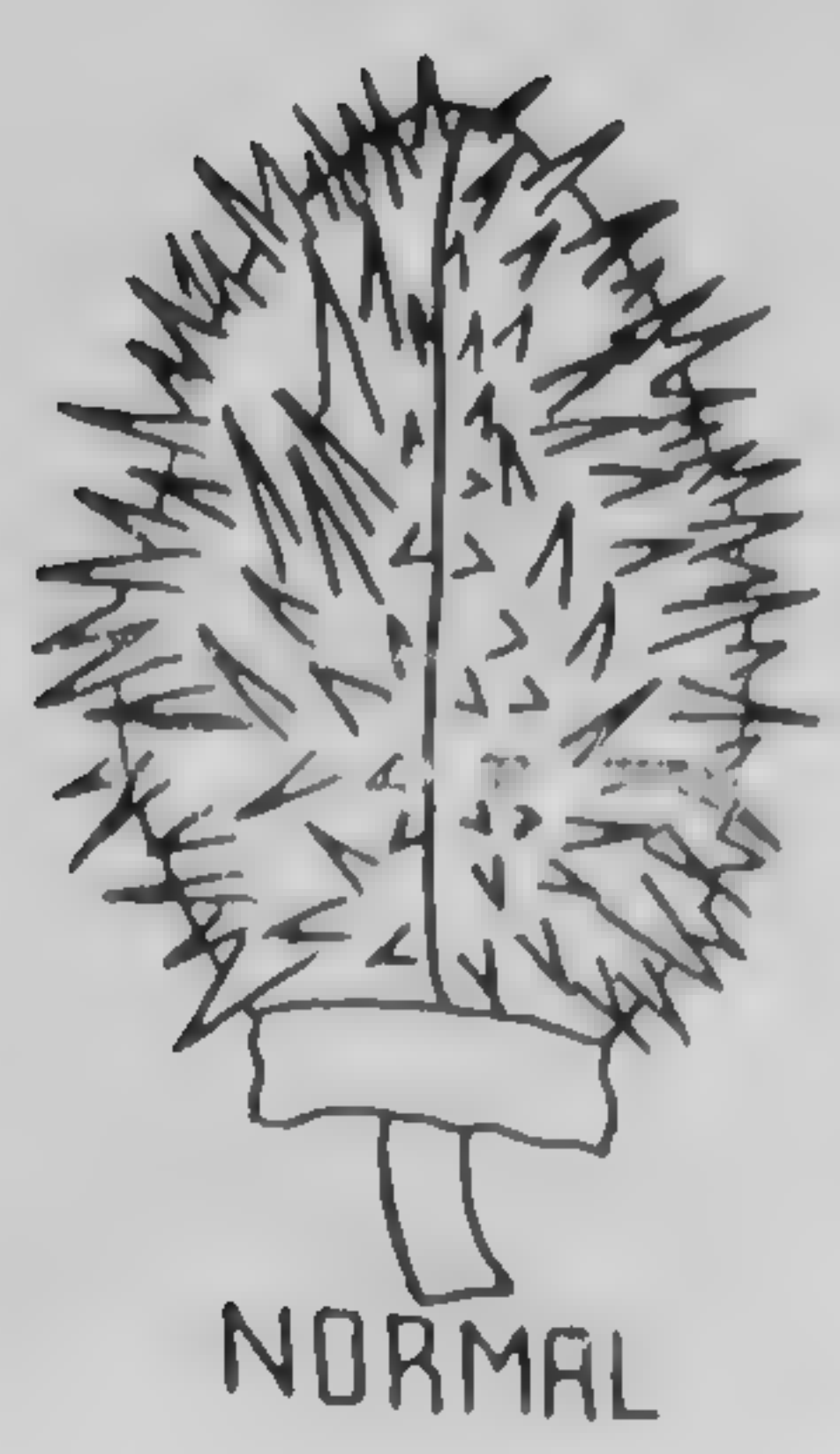


Fig. 9. - Tipul normal la capetele de la *Larva Stenocranus* si formelele de la *Poinsettia*, *Cocklebur*, *Echinus*, *Globe*, *Spinach*, *Ilex* etc. n. scinnat sub fiecare rasă. (schematizat dupa B. G. G. G.)

2. SCHIMBĂRI ÎN STRUCTURA CROMOSOMILOR

A) Schimbări datorite pierderii sau dedublării unor grupe de gene dintr'un cromosom.

a) Ruperea de bucăți de cromosomi (Deficiency, Deletion):

Bucata ruptă din cromosom poate conține o singură genă sau un bloc























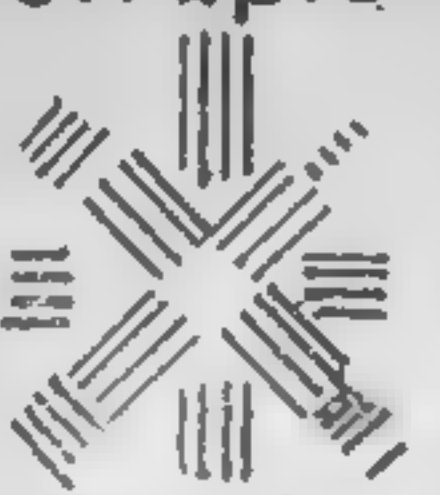


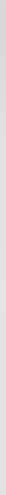
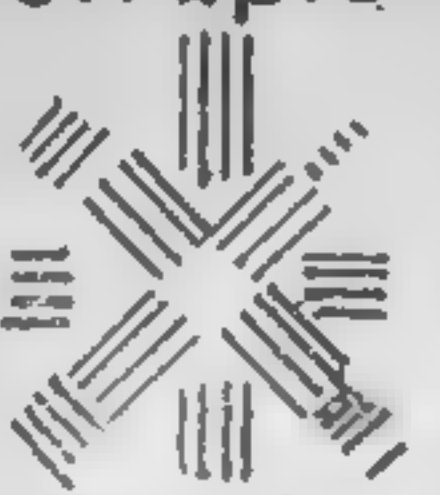


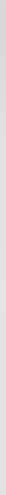
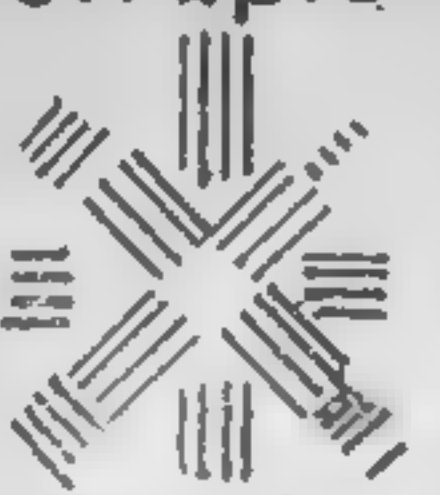


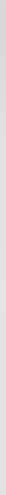
Tipuri Echilibrate	Tipuri Modificate							
Haploid  (1n)	Haploide Modificate <table data-bbox="917 922 1480 1162"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>							
Diploid  (2n)	Diploide Modificate <table data-bbox="917 1246 1480 1462"><tr><td> (2n-1)↑</td><td> (2n+1)↑</td><td> (2n-2)↑</td><td> (2n+2)↑</td></tr></table>				 (2n-1)↑	 (2n+1)↑	 (2n-2)↑	 (2n+2)↑
 (2n-1)↑	 (2n+1)↑	 (2n-2)↑	 (2n+2)↑					
Triploid  (3n)	Triploide Modificate <table data-bbox="917 1522 1480 1745"><tr><td> (3n-1)↑</td><td> (3n+1)↑</td><td></td><td></td></tr></table>				 (3n-1)↑	 (3n+1)↑		
 (3n-1)↑	 (3n+1)↑							
Tetraploid  (4n)	Tetraploide Modificate <table data-bbox="917 1812 1480 2029"><tr><td> (4n-1)↑</td><td> (4n+1)↑</td><td> (4n-2)↑</td><td> (4n+2)↑</td></tr></table>				 (4n-1)↑	 (4n+1)↑	 (4n-2)↑	 (4n+2)↑
 (4n-1)↑	 (4n+1)↑	 (4n-2)↑	 (4n+2)↑					

Fig. 10.— Serie poliploidă de *Datura Stramonium*, cu tipuri echilibrate și tipuri modificate prin adăogirea sau absența a 1—2 cromosomi

de gene. De ex. dintr'un cromosom cu E F G H I gene, rezultă un alt cromosom cu E F I sau E H I gene. Ruperea unor bucăți mici din cromosomi, când nu produce o micșorare evidentă a acestora, poate fi în mod eronat considerată ca o mutațiune de genă. Așa sunt de ex. multe mutante letale dela *Drosophila*. (Fig. 2 B).

b) *Duplicațiunea*. Insemnează dedublarea unui fragment de cromosom, care la extremități sau în altă parte prezintă un fragment în plus. De ex. dacă doi cromosomi normali au ABCD și EFGHI gene, prin duplicațiune devin IHABCD și EFGHI. Se întâlnesc cazuri când se pot prezenta duplicațiuni triple sau quadruple de gene. Cele triple sunt heterozigote, cele quadruple sunt homozigote.

B) *Schimbări în dispoziția normală serială a genelor pe cromosomi*.

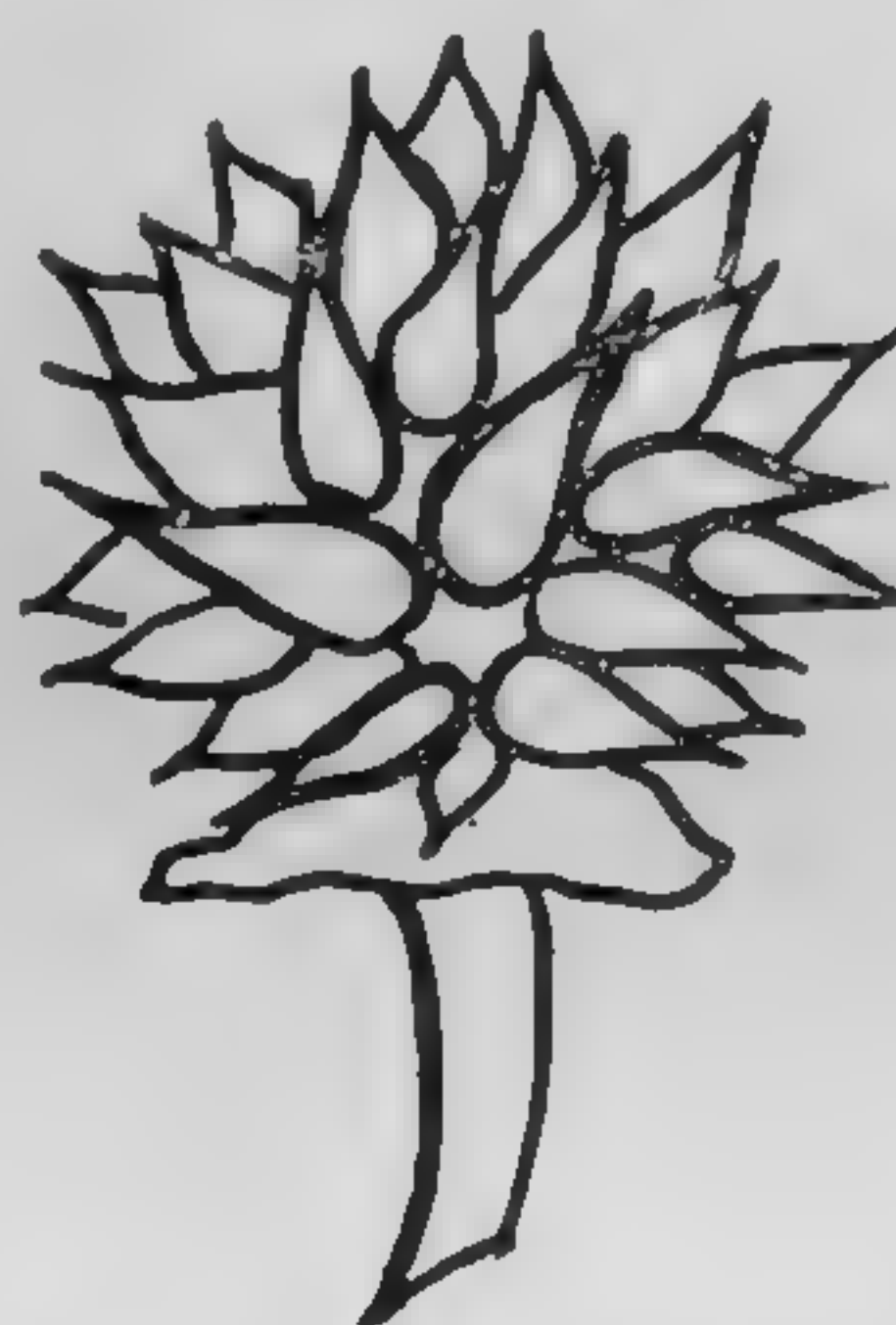
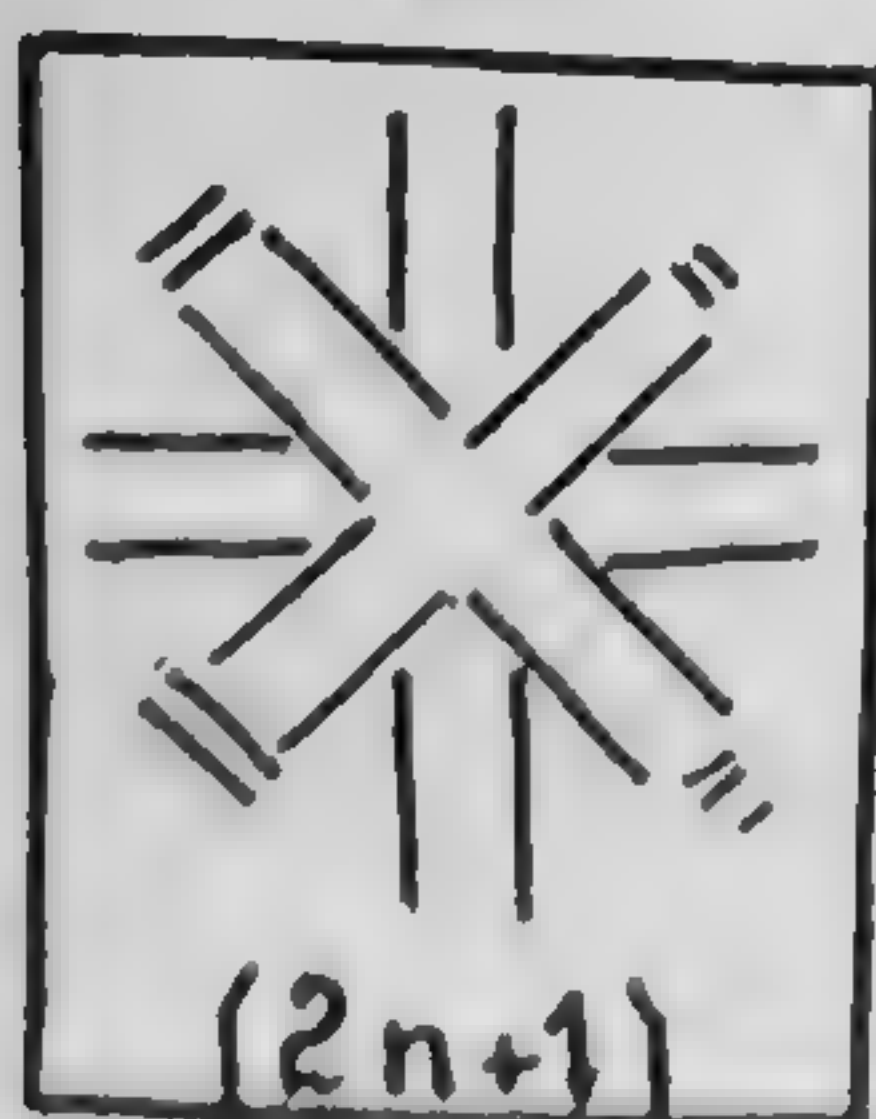
a) *Translocățiuni*. Au loc atunci când 2 cromosomi ABCD și EFGHI își schimbă între ei părți în așa fel, că se formează noi cromosomi ABEF și DCGHI. În cazul acesta am avut o translocare reciprocă de părți de cromosomi. Când numai un cromosom s'a rupt și s'a alipit unui alt cromosom, se spune că avem o translocare unilaterală (simplă). De ex. AD și EFBCGHI. Un individ poate fi homozigot sau heterozigot pentru o translocare. Diferențele deosebiri dintre specii se datoresc translocării, cum a fost observat la *Drosophila*, la porumb și alte organisme.

Prin câteva exemple să demonstrăm cum translocările cromosomiale participă la evoluția ființelor viețuitoare.

Datura Stramonium (laurul porcesc) studiată de BLAKESLEE și elevii săi, este o plantă cosmopolită, răspândită de om. Patria sa de origină nu e cunoscută cu certitudine și prezintă rase geografice deosebite prin structura lor cromosomală, care au fost botezate cu diferite nume: *rasa standard*, cu dispoziția cromosomală standard, 12 perechi de cromosomi care în meiosă produc 12 bivalenți. Cromosomii au fost notați cu numere la cele două capete, astfel încât acestei rase i se dă formula 1, 2; 3, 4; 5, 6, ... 23, 24 și are răspândirea geografică cea mai mare: U.S.A., India de vest, Franța, Portugalia, Italia, Spania, Africa de vest, Australia. Rasa « *prime type 2* » conține același număr de cromosomi dar cu dispoziție rezultată prin translocare reciprocă: 1, 18 și 2, 17 în loc de 1, 2 și 17, 18. Această rasă e răspândită în America centrală și de sud (exceptând Brazilia și Argentina), pe coasta atlantică a Americii de N., Europa, Asia (afară de Japonia), Africa (afară de coloniile portugheze). Rasa « *prime type 3* » are același număr de cromosomi, dar cu o dispoziție rezultată tot printr-o translocare reciprocă petrecută între 2 cromosomi: 11, 21 și 12, 22 în loc de 11, 12 și 21, 22. Această rasă trăiește în Peru, Chili, America centrală și a fost găsită odată în Spania. Rasa « *prime type 4* » cu cromosomi 3, 21 și 4, 22 în loc de 3, 4 și 21, 22. Se găsește în partea de E a Statelor Unite, India de vest, regiunea mediterană a Europei, Asia de sud, Australia. Au mai fost găsite și alte tipuri în natură și care au putut fi provocate experimental prin raze Röntgen aplicate la rasa standard. Este neîndoieabil că deosebirile dintre rasele geografice naturale de *Datura* (ca și cele experimentale provocate) se datoresc în bună parte translocărilor de cromosomi.

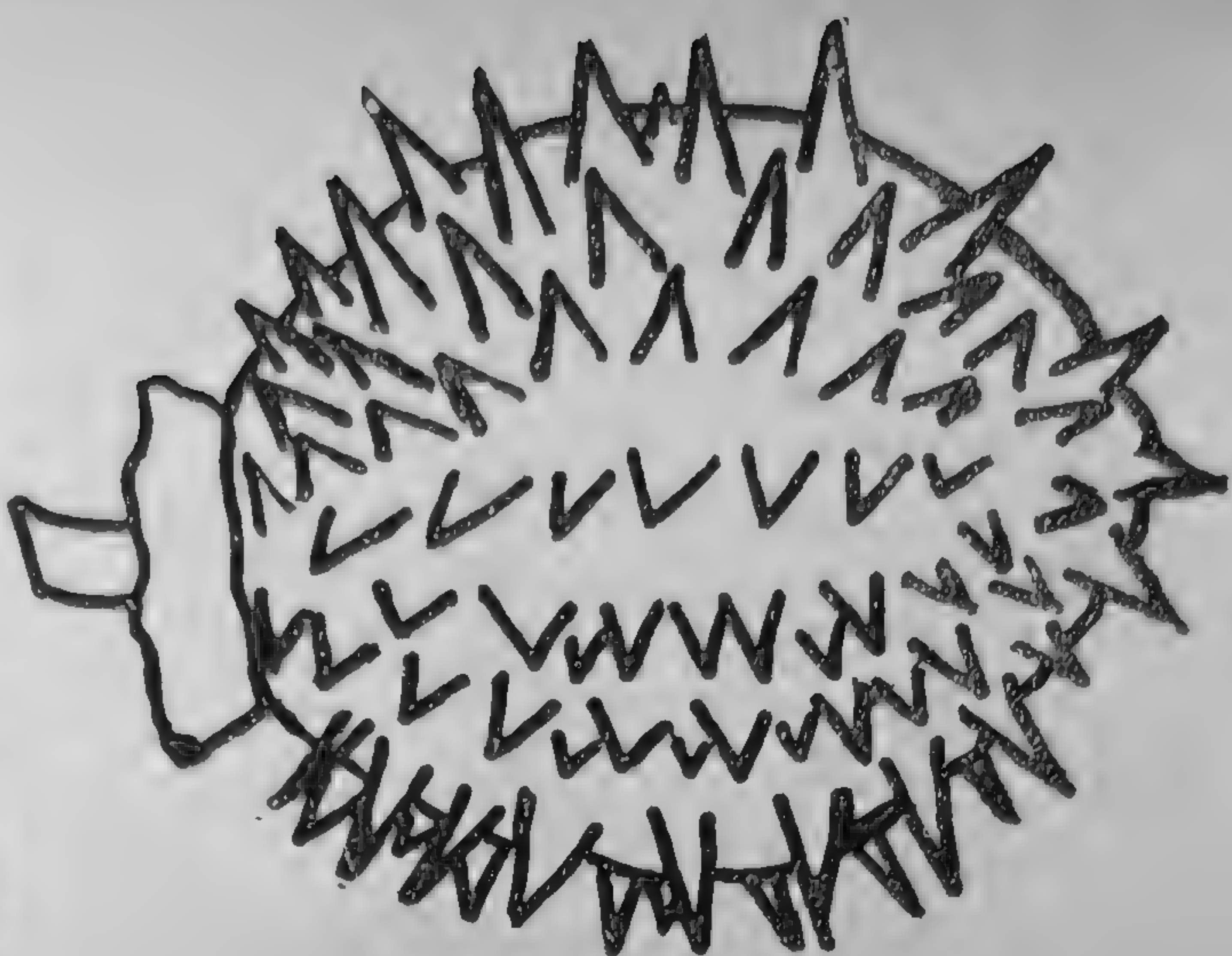
Mecanismul translocării îl putem înțelege din schema din fig. 12. Să presupunem că avem două rase (a și b) cu cromosomii lor. Prin translocare

oidă și tetraploidă echilibrate de
două rase diploide modificate
trei rase tetraploide modificate
+ 3). (schematizat după Blakeslee).



111 111 111 111 111
 111 111 111 111 111
 111 111 111 111 111
 111 111 111 111 111
 111 111 111 111 111

Fig. 11. — Rasă diploidă și tetraploidă echilibrate de
Datura Stramonium două rase diploide modificate
 $(2n+1)$ și $(2n+2)$ și trei rase tetraploide modificate
 $(4n+1, 4n+2, 4n+3)$. (schematizat după Blakeslee).



garnitura cromosomală *a* se transformă în garnitura *b*. Pentru că în meiosis cromosomii acestor 2 rase se împerechează se formează un hibrid *d* cu dispoziția în cruce a cromosomilor; iar în metafază dispoziția cromosomilor se schimbă formând o figură cu două inele, (sau zig-zag cu 4 cromosomi). Când translocările interesează trei cromosomi rezultă 3 inele cu 6 cromosomi.

În schema din fig. 12 sunt arătate translocări între 2 cromosomi și 3 cromosomi. Figurile *a* și *f* reprezintă cromosomi normali; *b* și *g* translocări

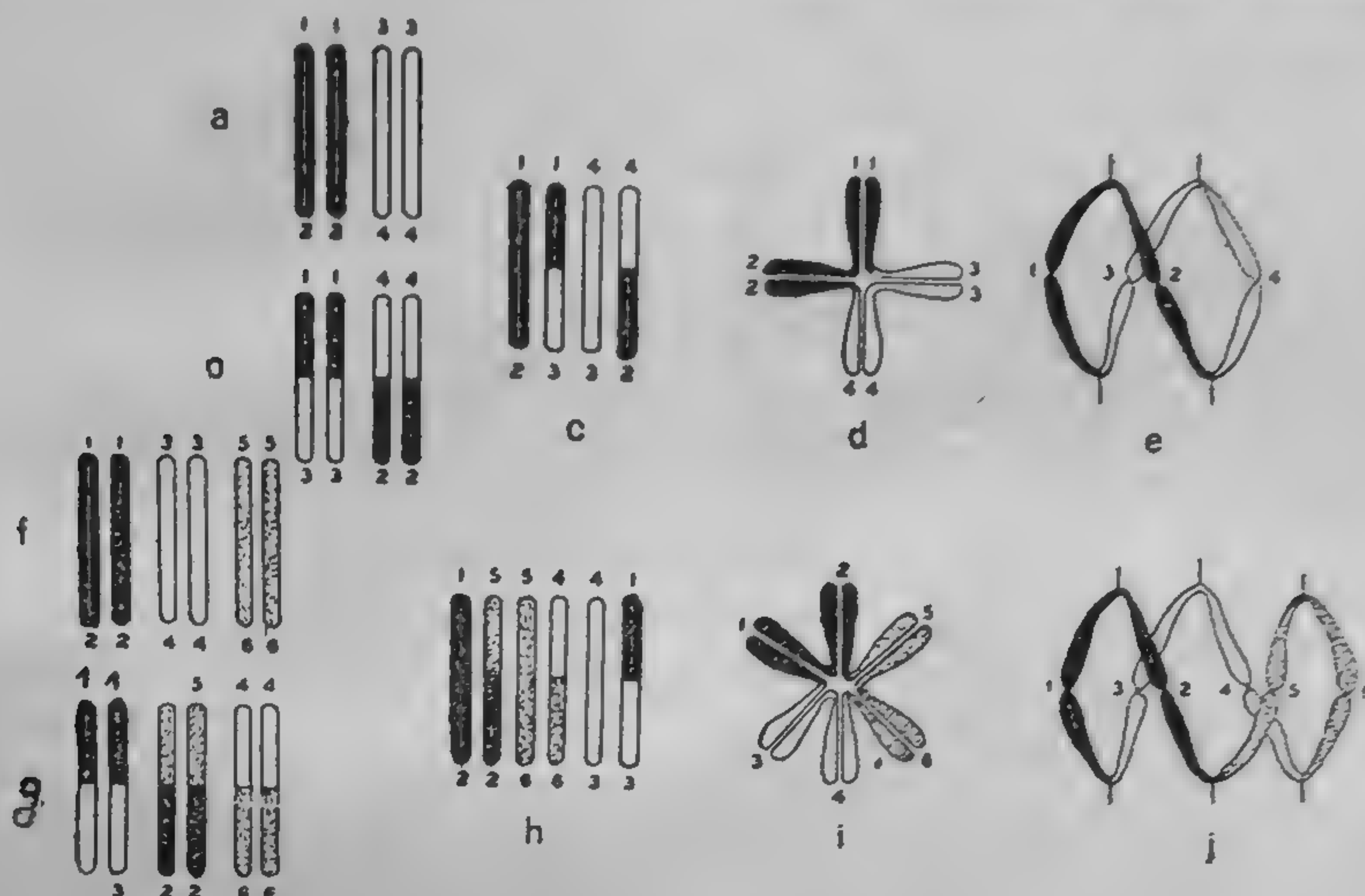


Fig. 12. — Translocări între doi (*b-e*) cromsomi și trei (*g-j*) cromosomi. Explicația în text. (după Dobzhansky).

homozigote; *c* și *h* translocări heterozigote; *d* și *i* dispoziția cromosomilor care au suferit translocări în momentul când ei se împerechează; *e* și *j* dispoziția cromosomilor translocați în momentul metafazei.

Demonstrarea translocărilor din punct de vedere citologic se face prin prezența inelelor de cromosomi, observate la multe specii: *Pisum sativum*, *Campanula persicifolia*, *Polemonium reptans*, *Matthiola incana*, etc., apoi la diferite *Orthoptere* și *Copepode*. Explicațiunea existenței multor mutațiuni dela *Oenothera* se găsește în prezența translocărilor.

Adeseaori translocările sunt inegale, adică o bucată scurtă dintr'un cromosom schimbă cu una lungă — a altui cromosom; alte ori se schimbă două bucăți egale dar foarte mici în raport cu lungimea totală a cromosomilor. În aceste cazuri brațele crucii observate în meiosis sunt neegale. Bivalenți neegali au fost observați la porumb, la *Drosophila* și la altele. Prin translocări și duplicațiuni pot rezulta rase a căror număr de cromosomi este cu 1 mai mare decât la rasa tip, adică 2 cromosomi ai rasei dintâi sunt homologi cu 1

cromosom al celei din urmă. Astfel la *Vicia angustifolia*, *Viola Kittaibellana*, *Ranunculus acris*, la diferite *Orthoptere* se cunosc rase care se deosebesc prin cromosomi diferiți ca formă, sau număr; deosebiri rezultate prin translocare.

Prin urmare putem spune că prin mecanismul translocării începe desfacerea unei specii în rase cromosomiale geografice.

b) *Inversiuni*. Nasc atunci când un bloc de gene în interiorul unui cromosom s'a răsucit de 180° . Cromosomul cu inversiune poartă aceleași gene ca și cromosomul normal, dar într'o altă înșirare. De pildă în loc de EFGHI \rightarrow EHGFI sau EGFHI, etc. La indivizi cu inversiuni heterozigote schimbul dintre cromosomi este împiedecat; indivizii cu inversiuni homozigote, au un schimb normal de factori, dar se înțelege că acuplarea genelor este alta decât în cromosomii normali.

Pe când la plante translocările sunt frecvente, la animale din potrivă sunt mai frecvente inversiunile și ele constituiesc factorul important pentru formarea diferitelor rase. Populațiunile naturale de *Drosophila pseudo-obscura* (DOBZHANSKY) se deosebesc prin inversiunile diferiților cromosomi. Rasele A și B ale acestei specii se deosebesc prin 4 inversiuni și anume: 2 în cromosomul X, una în al 2-lea cromosom și una în cromosomul 3. Din încrucișarea acestor rase nasc în F_1 masculi sterili. Unele inversiuni sunt simple, altele sunt duble. Cele duble pot fi închise, sau pot fi transgresive. (Fig. 13). STURTEVANT și DOBZHANSKY au studiat dispoziția genelor pe cromosomi de pe tot arealul geografic al speciei și au constatat marea variabilitate a dispoziției genelor, în special în cromosomul 3. Această dispozițiune de gene poate fi dedusă din stirpa standard prin inversiune. S'a putut alcătui la *Drosophila pseudo-obscura* chiar un arbore genealogic după dispoziția genelor în cromosomul 3 și ceea ce este de remarcat e faptul că unele din aceste serii (de ex. Santa Cruz) au fost mai întâi descoperite genetic, pe cale experimentală, iar mai târziu au fost aflate în natură. Unele serii de orânduirii de gene sunt mai răspândite, altele se găsesc în regiuni mai limitate, iar altele sunt strict locale. În unele regiuni populațiunile sunt amestecate — întâlnindu-se toate stadiile, dela acelea cu dispoziția genelor manifestată ca o «variabilitate individuală» și limitate într'o anumită localitate, până la stadiul în care dispoziția genelor imprimă un caracter de rasă, bine definită, reprezentând o parte din specie.

Studiul inversiunilor este mijlocul cel mai sigur pentru descrierea exactă a înrudirilor dintre diferitele variante ale unei specii și pentru stabilirea raporturilor lor de filogenie.

Prin translocări și inversiuni este modificată numai dispoziția genelor pe cromosomi, nu însă și numărul lor. Cromosomii mai pot suferi însă schimbări mai profunde prin pierderi sau dedublări. În acest caz și numărul genelor se schimbă, iar rezultatul e producerea de schimbări fenotipice mai profunde.

La *Drosophila* pierderile de bucăți de cromosom determină mutațiuni letale. Dublarea fragmentelor de cromosomi are în general o influență mai mică decât pierderea, dar sunt cazuri când și prin dublare se produc mutațiuni letale sau modificări morfologice și fiziologice profunde.

Efectul celor mai multe pierderi sau duplicațiuni are importanță însă și pentru filogenie. Așa la populațiunile sălbatece de *Drosophila pseudo-obscura* s'a constatat o mare variabilitate de formă a cromosomului Y: se cunosc 7 tipuri de cromosomi Y și fiecare tip se întâlnește numai în populațiuni cu

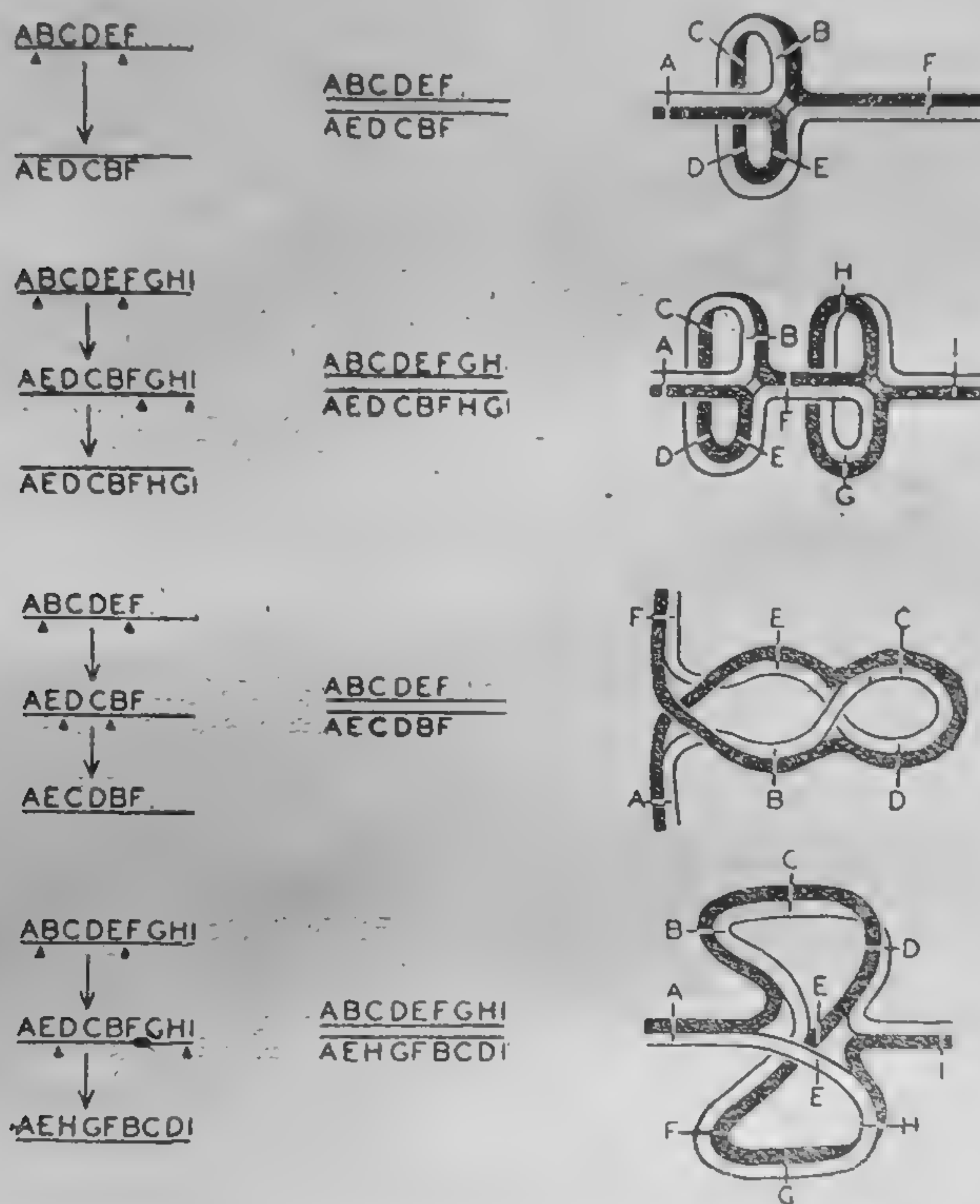


Fig. 13. — Inversiuni între doi cromosomi din glanda salivară dela *Drosophila*. Rândul de sus arată o inversiune simplă; rândul al doilea două inversiuni independente; rândul al treilea două inversiuni închise; rândul al patrulea două inversiuni transgresive (după Dobzhansky)

anumită răspândire geografică. Trei dintre aceste tipuri sunt destul de răspândite, celelalte 4 sunt limitate pe teritorii mai restrânse. Cele 7 tipuri de cromosomi Y se deduc din tipul standard fie prin pierderea unor fragmente, fie prin dedublare.

Pe baza rezultatelor obținute prin studiul morfologiei cromosomilor, a translocărilor, inversiunilor, pierderilor și duplicațiilor, s'a căutat să se



Fig. 14. — Harta cromosomală genetică (din vârful rădăcinei) dela diferite specii de *Crepis* (după Nawaschin), în metafază. Alături se vede și schema aleătuirii haploide a fiecărei specii.

întocmească harta cromosomală genetică la diferite specii. Fig. 14 ne reprezintă harta cromosomală genetică dela diferite specii de *Crepis* în

...ta, iar fig. 15 harta cromosomală genetică de la diferite specii de *Drosophila*. Intocmirea hărților cromosomiale genetice constituie o operație foarte grea, extrem de grea. S'a reușit totuși în parte și în unele cazuri. Din compararea hărților cromosomiale dela *Drosophila melanogaster* și *D. simulans* constatăm aceeași dispoziție de gene la amândouă, cu deosebirea că aceasta din urmă prezintă o lungă inversiune în cromosomul 3. *Drosophila melanogaster* și *D. pseudo-obscura* se deosebesc prin faptul că cea dintâi are un cromosom X în forma de baston, două autosome în forma de V, iar cea

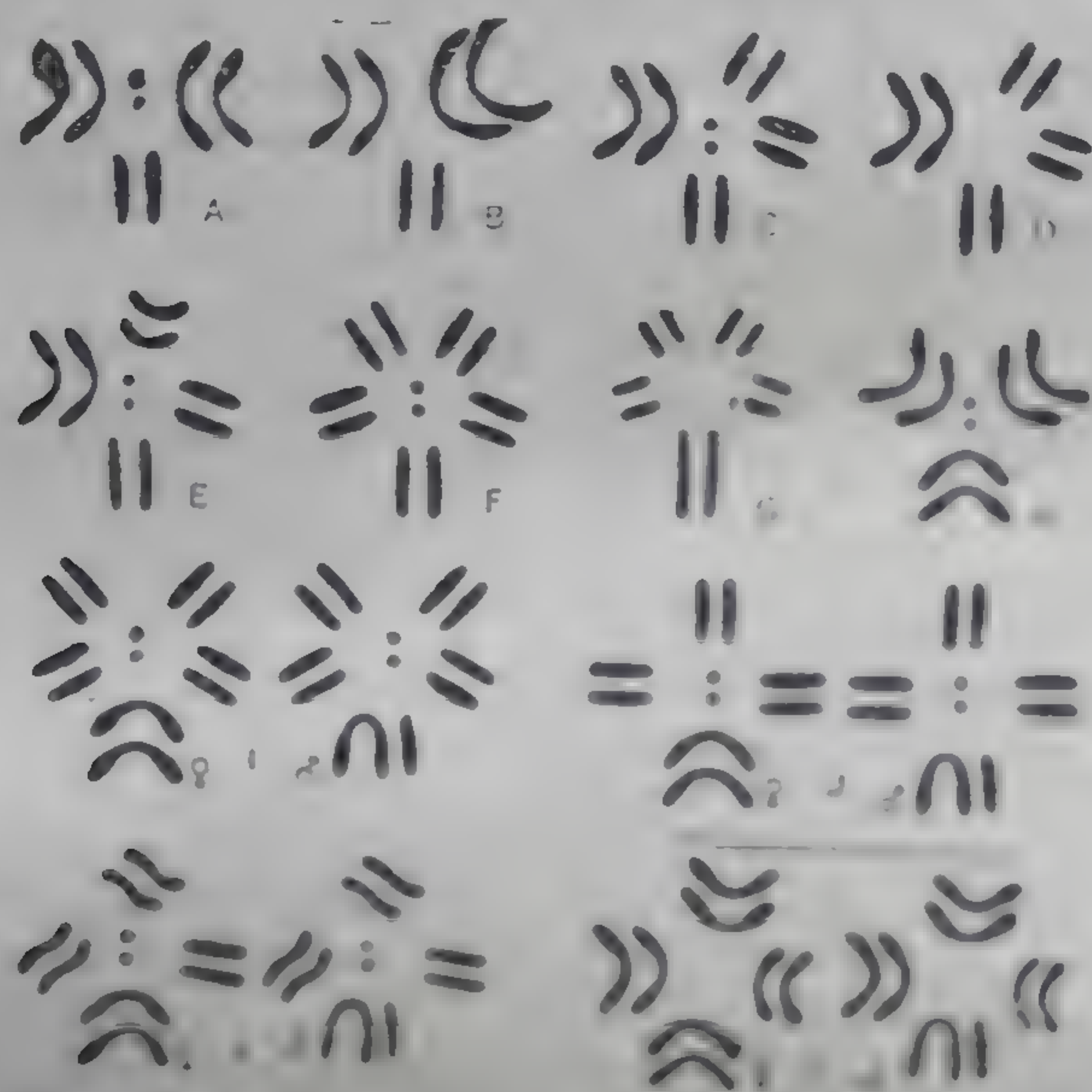


Fig. 15. — Harta cromosomală genetică dela diferite specii de *Drosophila* (după Metz)

de a doua are un cromosom X în forma de V și două autosome în forma de baston. Amândouă speciile mai prezintă unele rearranjamente cromosomiale punctiforme. Mutațiunile care se petrec într-o specie, se întâlnesc în alte specii, de aceea se poate spune că unele cromosomiale dela o specie, se întâlnesc în alte specii, de aceea se poate spune că unele cromosomiale dela o specie, se întâlnesc în alte specii, de aceea se poate spune că unele cromosomiale dela o specie, se întâlnesc în alte specii. Aceste deosebiri se datoresc, mai cu osebire, inversiunilor care au avut loc; mai puțin translocărilor. Metoda cea mai sigură pentru a pune în evidență dispoziția comparativă a genelor la diferite specii de *Drosophila* (bine înțeles care sunt încrucișabile) este cercetarea dispoziției din cromosomii formelor sălbatice. În felul acesta DOBZHANSKY și J. H. REED au stabilit care este dispoziția genelor la *Drosophila pseudo-obscura* și *D. miranda*, specii foarte asemănătoare la exterior. Dispoziția genelor la aceste specii este deosebită și se datorește inversiunilor și translocărilor care

metafază, iar fig. 15 harta cromosomală genetică de la diferite specii de *Drosophila*. Intocmirea hărților cromosomiale genetice constituie o operație foarte grea, extrem de grea. S'a reușit totuși în parte și în unele cazuri. Din compararea hărților cromosomiale dela *Drosophila melanogaster* și *D. simulans* constatăm aceeași dispoziție de gene la amândouă, cu deosebirea că aceasta din urmă prezintă o lungă inversiune în cromosomul 3. *Drosophila melanogaster* și *D. pseudo-obscura* se deosebesc prin faptul că cea dintâi are un cromosom X în forma de baston, două autosome în forma de V, iar cea

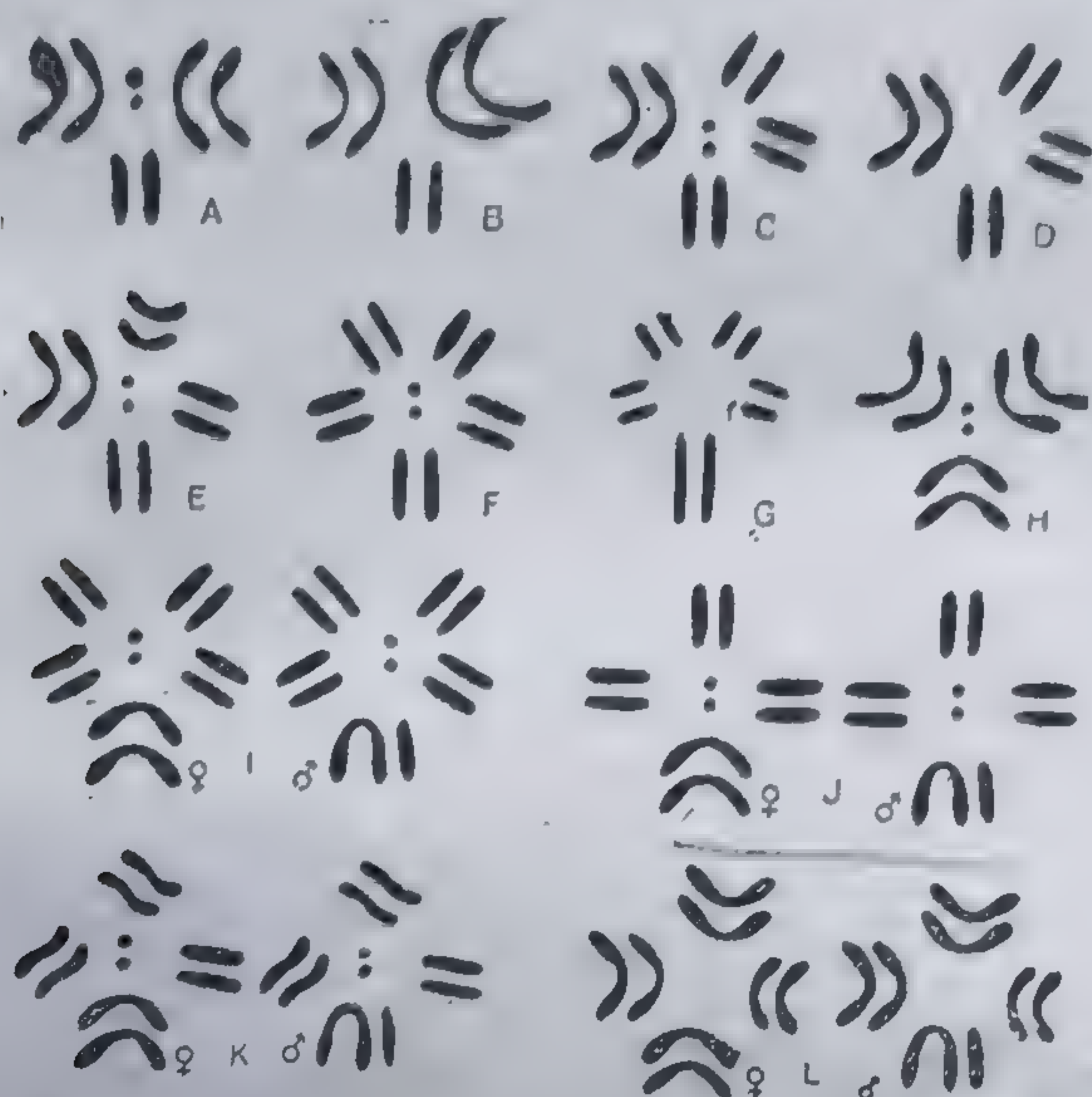


Fig. 15. — Harta cromosomală genetică dela diferite specii de *Drosophila* (după Metz).

de a doua are un cromosom X în forma de V și trei autosome în forma de baston. Amândouă speciile mai posedă câte o pereche de autosome punctiforme. Mutațiunile care se petrec într'un segment sau braț al unui cromosom dela o specie, se întâlnesc în alte segmente, de pe alți cromosomi la cealaltă specie. Aceste deosebiri se datoresc, mai cu osebire, inversiunilor care au avut loc; mai puțin translocărilor. Metoda cea mai simplă pentru a pune în evidență dispoziția comparativă a genelor la diferite specii de *Drosophila* (bine înțeles care sunt încrucișabile) este cercetarea discurilor din cromosomii formelor sălbatice. În felul acesta DOBZHANSKY și TAN au stabilit care este dispoziția genelor la *Drosophila pseudo-obscura* și *D. miranda*, specii foarte asemănătoare la exterior. Dispoziția genelor la aceste specii este deosebită și se datorește inversiunilor și translocărilor care

au avut loc. Observațiunile citologice au fost confirmate de cele genetice. Din fig. 16 se vede bine structura cromosomilor celor două specii: părțile albe au aceeași dispoziție de gene, cele hașurate au suferit inversiuni, cele punctate translocațiuni, în părțile negre nu s'au determinat homologii sigure. Ca să rezulte această structură deosebită la două specii înrudite

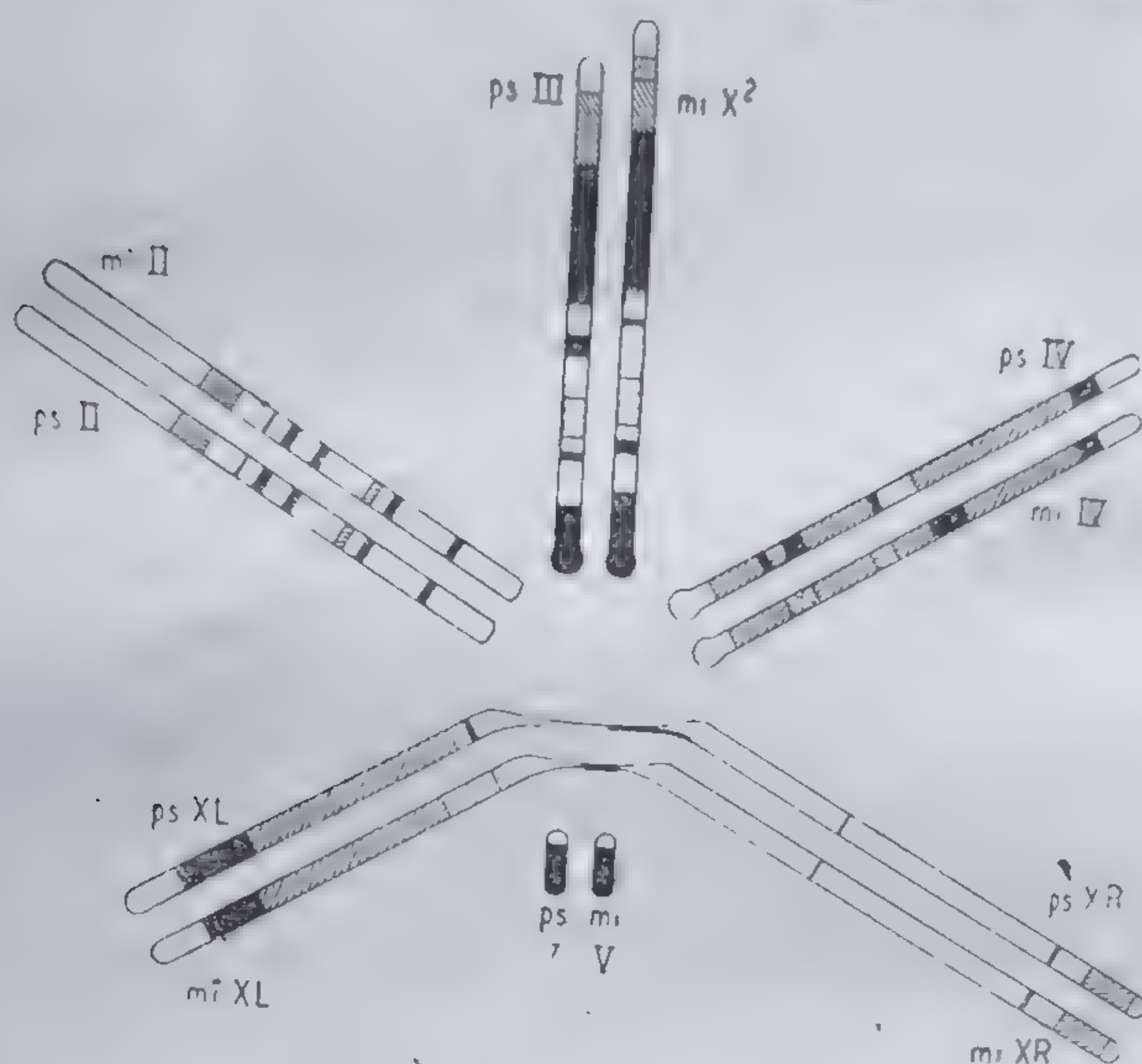


Fig. 16. — Compararea dispoziției genelor pe cromosomi la *Drosophila pseudo-obscura* și *D. miranda*. Explicația în text (după Dobzhansky).

se presupun că s'au petrecut cel puțin 49 de ruperi de cromosomi urmate de translocări și inversiuni.

Schimbările cromosomilor, când sunt transmise ereditar, pot produce schimbări ale kariotipului, care devin caractere de rase și specii. Schimbările suferite de cromosomi (mutantele de cromosomi) sunt deosebite de schimbările de gene (mutantele de gene), despre care am vorbit, prin aceea că se bazează pe modificări mari de cromosomi, nu pe ale genelor izolate. Două organisme pot prezenta aceleași gene dar cu o altă orânduire, sau localizate pe un număr deosebit de cromosomi. Dintre schimbările de cromosomi translocările și inversiunile sunt cele mai importante, monosomele și polisomele sunt foarte rare și practic au un rol cu totul subordonat, deși cum am văzut, la *Datura* polisomele caracterizează 12 rase diferite.

Mutațiunile de cromosomi ca și cele de gene au fost considerate multă vreme ca variațiuni spontane brușce, transmisibile prin ereditate. Așa au fost descrise de DE VRIES diferitele mutante dela *Oenothera*. Tot astfel au fost considerate la început duplicările și translocările dela *Drosophila*, etc

Descoperirea lui MÜLLER (1925) că apariția mutantelor de gene și de cromosomi poate fi provocată prin razele X și razele gamma, a stârnit o serie de cercetări de cea mai mare importanță pentru genetică și evoluție. Astăzi se cunosc și alte mijloace de provocare a acestor mutații, printre care mai ales folosirea colecinei a dat rezultate impresionante prin frecvența mutantelor obținute.

III. POLIPLOIDIE

Formarea raselor și speciilor prin mecanismele pe care le-am arătat, mutații de gene și schimbări cromosomiale, este un proces care se desfășoară lent și treptat. El cere timp mult, adesea timp de măsură geologică. Alături de acest proces încet, dar permanent, formarea speciilor în natură se mai petrece printr'un mecanism mai rapid, câteodată subit sau chiar catastrofal.

În timp ce calea înceată o urmează toate ființele din lume și prin aceasta e generală, formațiunea subită este surprinzător de limitată și e cunoscută bine numai la câteva grupuri de plante. Formarea subită a speciilor e condiționată de înmulțirea garniturii cromosomiale în întregime, adică se face cum se spune prin poliploidie. La formarea speciilor prin mutații de gene, genotipul speciei primitive este transformat treptat-treptat în genotipul speciei derivate; la formarea speciilor prin poliploidie, are loc în general o încrucișare între două specii deosebite. Prin încrucișare se ajunge la însumarea garniturilor cromosomiale ale speciilor. În poliploidie este deci vorba de contopirea a două specii vechi într'o altă specie nouă. Poliploidia este cunoscută la diferitele genuri de plante la care speciile înrudite posedă formule cromosomiale, multiplu al unui număr fundamental. De ex. la grâu avem specii cu: 14, 28, 42 cromosomi (în haploid 7); la *Chrysanthemum*: 18, 36, 54, 72 și 90 cromosomi (haploid 9); *Solanum*: 24, 36, 48, 60, 72, 96, 108, 120, 144 (haploid 12); *Papaver*: 14, 28, 42, 70; 22 și 44 (haploid 7 și 11), etc.

La cele 2413 plante la câte s'a studiat formula cromosomală, unele cifre sunt mai dese: 8, 9, 12, 16, 18, 24, 27, 32 și 36. Tipurile poliploide se recunosc și după felul cum se conjugă cromosomii în timpul diviziunii reductoare. (Fig. 17).

Cel mai frecvent poliploidia rezultă prin încrucișare — allopoliploidie —. Dedublarea cromosomilor se poate petrece însă și fără încrucișare — prin autopoliploidie — de asemenea importantă pentru evoluție, dar nu ajunge la importanța allopoliploidiei.

AUTOPOLIPLOIDIA

Existența în natură a unor indivizi din cuprinsul unei specii cu număr dublu de cromosomi — autotetraploidie — este una din aberațiunile cromosomiale cele mai de mult cunoscute. Mutația gigas dela *Oenothera* studiată

de DE VRIES are 28 cromosomi în loc de 14. Autotetraploidia s'a găsit și în natură și s'a produs și pe cale experimentală. GREGORY a obținut în 1914 tipuri tetraploide de *Primula sinensis*, WINKLER în 1916 la *Solanum lycopersicum* și *S. nigrum* prin altoire. La locul de altoire s'au produs ramuri adventive tetraploide. Astfel de ramuri tetraploide se mai produc și prin decapitarea vârfului tulpinelor. Tetraploidele produse își datoresc existența

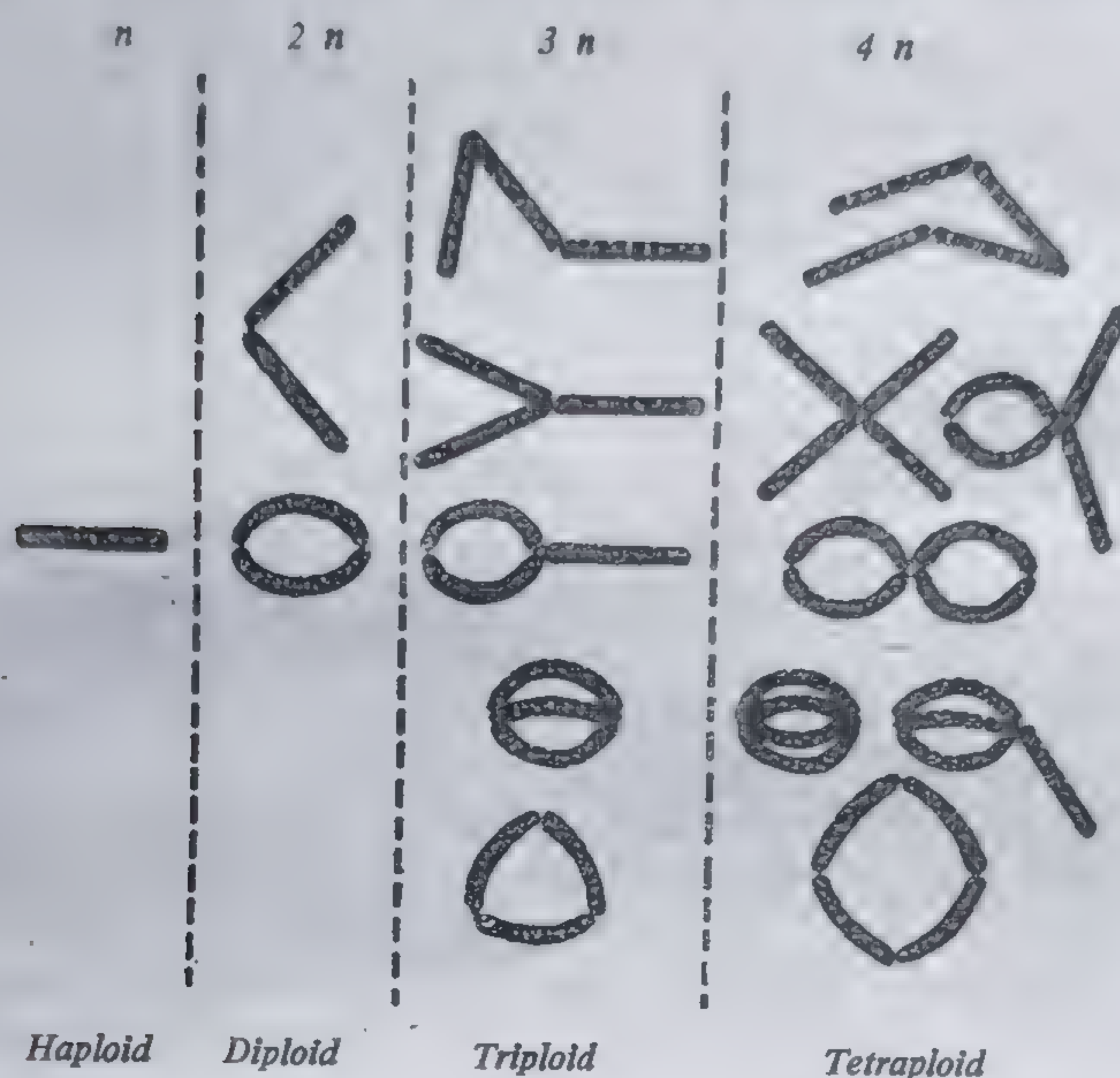


Fig. 17. — Diferite feluri de conjugare a cromosomilor la tipurile diploide, triploide și tetraploide dela *Datura Stramonium* (după Belling și Blakeslee).

lor faptului că cromosomii din celule se divid, fără ca celula însăși să se dividă, așa că la urmă rămân închise în celulă două garnituri cromosomiale. La *Datura Stramonium* apar adesea în mod spontan sau sub acțiunea frigului ramuri tetraploide adventive. MARCHAL (1924) și mai târziu F. v. WETTSTEIN au produs la diferite genuri de mușchi tipuri tetraploide și chiar octo- 16,32 ploide.

Forme poliploide se întâlnesc cum am spus și în natură. MÜNTZING a cercetat această problemă la multe plante făcându-ne cunoscute nu mai puțin de 58 de exemple de tetraploide. Și alții s'au ocupat cu răspândirea tipurilor tetraploide în natură. Astfel de studii au început să atragă și pe tinerii noștri botaniști; dovadă sunt cele câteva publicațiuni de Kariosistematică apărute.

Din cazurile arătate de MÜNTZING să ne oprim numai asupra unuiia dintre ele; cel dela *Biscutella laevigata*, Cruciferă care crește în Europa Centrală și Italia, Carpați, până în nordul Peninsulei Balcanice. (Fig. 18). Dintre rasele care alcătuiesc această specie, unele au 18 cromosomi (diploide), iar altele au 36 de



Fig. 18. — Harta de răspândire a plantei *Biscutella laevigata*. Punctele negre înseamnă localitățile raselor tetraploide, cele neîntunecate pe acelea ale raselor diploide (după Manton).

cromosomi (tetraploide). Rasele tetraploide au un areal continuu de răspândire (Alpi, Carpați, nordul Peninsulei Balcanice, Munții Italiei). Rasele diploide au un areal mai restrâns și afară de aceasta foarte discontinuu (Valea Rinului, Elbei, Oderului, Dunărea superioară și câțiva afluenți ai acestei ape). Diploidele sunt un relict al unei vechi colonizări, iar rasele tetraploide sunt urmașii lor. Aceste fapte sunt în concordanță și cu datele geologice asupra istoriei

mai tinere a pământului. Rasele diploide se întâlnesc numai în regiunile neacoperite în timpul glaciațiunii de ghețari. De aci au radiat ulterior formele tetraploide ca forme de împrăștiere ale speciei provenite din tipul primitiv. MANTON consideră rasele diploide ca relictice interglaciale, sau chiar preglaciale. Acelaș lucru se cunoaște la diferitele specii de *Tradescantia* în America. Într-o regiune restrânsă din Texasul central și de est se găsesc cantonate relicticele diploide, iar de aci s'au răspândit speciile tetraploide: *Tradescantia occidentalis* spre N. și NW. și *T. canaliculata* spre E. și NE.

Prin dedublarea garniturilor cromosomiale și numărul genelor se dedublează, fără însă să se schimbe echilibrul lor genetic. Totuși formele tetraploide se deosebesc vizibil de formele primitive diploide, prin caracterele lor morfologice și fiziologice. Această deosebire e datorită corelației cu sporirea volumului nucleului și care are consecințe asupra creșterii plantelor.

Cele mai descori tipurile tetraploide prezintă *gigantism*; au tulpina mai groasă, creșterea mai înaltă, frunzele mai mari, mai groase, o culoare verde mai închis, flori și semințe mai mari. Caractere de gigantism se întâlnesc atât la formele tetraploide experimentale, cât și la cele spontane. Sunt însă și excepții la regulă. Unele tetraploide nu depășesc în talie pe cele diploide. Unele rase tetraploide prezintă caractere atât de marcante, încât sistematicienii le-au descris mai de mult și le-au botezat cu nume conform canonului lor științific. Alte tetraploide se deosebesc puțin de diplonte. Pe acestea sistematicienii le-au considerat ca aparținând cadrului variațiunilor individuale ale diplontelor. Lipsa unei corelațiuni generale între înmulțirea numărului de cromosomi și caracterele exterioare, a fost arătată amănunțit de F. v. WETTSTEIN. La unii mușchi nu numai că nu apar forme gigantice, ci sporirea numărului de cromosomi are efectul contrar, o diminuare a portului și chiar apariția de forme pitice (nanism).

Unul dintre efectele fiziologice cele mai răspândite la poliploide este diminuarea vitezei de creștere. Ele înfloresc și fructifică mai târziu. Conținutul în vitamina C este de două ori mai mare la formele tetraploide, conținutul în apă de asemenea este de două ori mai mare (tomate), celuloza și cenușa e scăzută, substanțele proteice și azotul total cresc. Unele tetraploide manifestează o rezistență mai mare la acțiunea vătămătoare a factorilor exteriori și boli.

Schimbările care se produc la tetraploide nu sunt însă în totdeauna și toate prielnice indivizilor. Selecțiunea naturală înlătură pe cele cu însușiri neprielnice, iar alte tetraploide capătă o răspândire geografică diferită. Formele tetraploide se deosebesc ca răspândire geografică de cele diploide, cum am văzut la *Bliscutella*, *Tradescantia*. Acolo unde nu se întâlnesc deosebiri geografice, există totuși deosebiri ecologice. Așa de ex. *Allium schoenoprasum* tipic este o formă diploidă subalpină, pe când forma tetraploidă crește la înălțimi mai mici. La alte specii tetraploide constatăm o răspândire nordică și alpină.

Eragrostis (Graminee) diploid este anual și trăiește în locuri umede; iar forma sa tetraploidă este perenă și adaptată la uscăciune; prezintă și o formă octoploidă care trăiește pe nisipuri.

Halophytele din România, cum a arătat TARNAVSCHI sunt reprezentate 26% prin poliploide.

Cele 2 specii de *Silene* înrudite care trăiesc și la noi, *S. supina* diploidă ($2n = 24$) are o răspândire mai continentală (Iacobdeal, Tulcea), iar *S. pontica*, tetraploidă ($2n = 48$), trăiește pe nisipurile marine (A. Vlădescu).

O caracteristică a formelor autopoliploide este modul cum se comportă cromosomii lor în timpul diviziunii de maturare. La organismele diploide fiecare cromosom are un singur partener homolog, formându-se atâtea bivalenți (perechi de cromosomi) câți cromosomi sunt în haploid. Separarea cromosomilor se petrece normal și fiecare gamet capătă o garnitură completă haploidă.

La formele tetraploide fiecare cromosom are în diviziunea de maturare mai mulți parteneri: 2 la formele triploide, 3 la tetraploide, 5 la hexaploide și a. m. d. Deci, la poliploide se formează trivalenți, tetravalenți, hexavalenți.

În fazele următoare ale diviziunii reductoare repartitia cromosomilor se face neegal la formele poliploide. De ex. dintr'un trivalent 2 cromosomi se duc la un pol și 1 la celalt pol, la un tetravalent doi cromosomi se pot duce la 1 pol și doi la celălalt pol, dar se pot repartiza și 3 la 1. Numai acele forme poliploide pot fi cultivate mai departe și se pot înmulți care pot forma în timpul diviziunii de maturare garnituri diploide complete. Orice abatere dela numărul de cromosomi produce variațiuni în descendență. Formele poliploide cu număr impar de cromosomi (tri-pentaploide) nu pot fi din această cauză înmulțite și cultivate curat mai departe.

La diferite autopoliploide produse experimental se mai întâlnesc și alte anomalii în timpul diviziunii reductoare, din care cauză descendenții pot primi câțiva cromosomi în plus, iar altora le lipsesc câțiva cromosomi. Din cauza acestor neregularități vitalitatea gameților este redusă, iar fertilitatea poliploidelor este scăzută. Aproape normal de fertilă și constantă este forma *gigas* dela *Oenothera Lamarckiana*. Tulburările mecanismului cromosomal limitează fără îndoială însemnătatea autopoliploidiei ca mijloc de producere a speciilor. Faptul însă că autopoliploidele unor specii sunt răspândite în natură și dominează pe strămoșii lor diploizi, se datorește numai concurenței pe care le-o fac prin aptitudinile lor fiziologice sporite.

Turburări ale mecanismului cromosomal s'au găsit și la autopoliploidele din natură. Este de amintit faptul că formele poliploide nu se înmulțesc numai prin semințe, ci și vegetativ. Multe dintre organismele cu mecanism cromosomal turburat posedă o înmulțire vegetativă. După MÜNTZING numai la acele forme autopoliploidia are importanță pentru evoluție, la care fertilitatea nu scade sub un anumit minim și care nu pot fi eliminate prin selecțiune.

ALLOPOLIPLOIDIA PRODUSĂ EXPERIMENTAL

Să luăm ca exemplu de allopoliploidie produsă experimental încrucișarea între *Raphanus sativus* (ridiche) cu *Brassica oleracea* (varză), de către KARPETSCHENKO (1927). (Fig. 19). Părinții au același număr de cromosomi, 18. In-

crucișarea se face relativ ușor. Din 202 flori polenizate s'au obținut 123 hibrizi. Hibrizii F_1 au 18 cromosomi, 9 dela ridiche și 9 dela varză. Nu se întâlnesc împerecheri de cromosomi (bivalenți), ci în metafaza diviziunii reductoare se găsesc 18 univalenți care se repartizează la întâmplare la cei 2 poli. Rezultă astfel celule cu număr variabil de cromosomi, cele mai multe au însă 6 și 12. În unele celule mame de polen nu are loc prima diviziune de maturare și se formează astfel nuclei care conțin toți cei 18 cromosomi univalenți, iar în a doua diviziune se formează 2 celule (2 grăunți de polen) care conțin numărul haploid (9 și 9) de cromosomi dela ridiche și varză. Hibrizii F_1 sunt aproape sterili. Cele mai multe plante nu produc semințe sau produc foarte

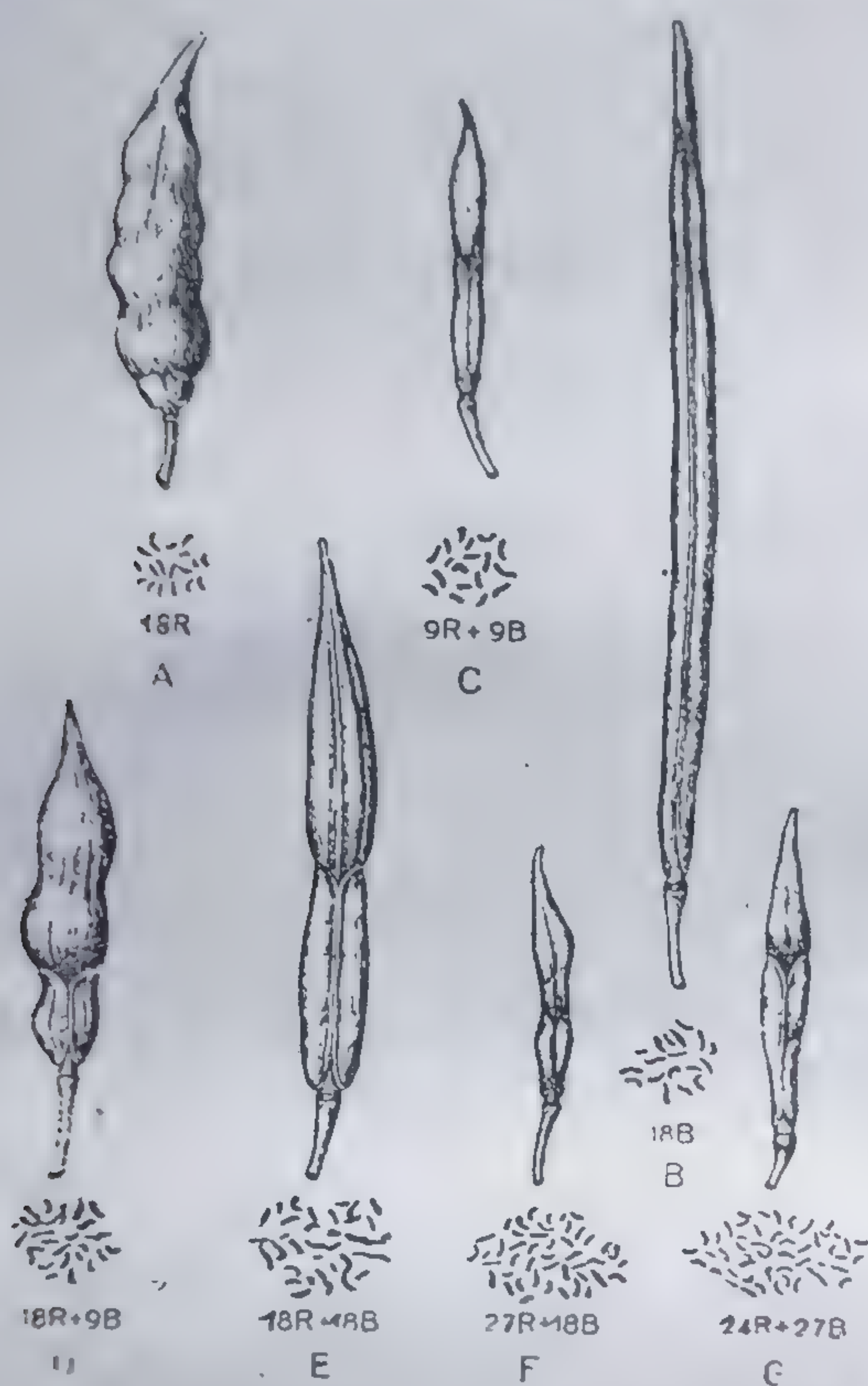


Fig. 19. — Fructe și cromosomi dela ridiche (A), varză (B) și hibrizii lor. C. hibridul diploid F_1 ; E. Tetraploidul *Raphanobrassica*; D. Triploid; F. Pentaploid (după Karpertschenko).

puține: s'au recoltat 821 semințe dela 90 de plante. În F_2 cei mai mulți hibrizi (213 din 229) conțin în celulele lor 36 de cromosomi, deci 18 dela ridiche și 18 dela varză. Hibrizii F_2 sunt așa dar tetraploizi. Diviziunea meiotică a hibrizilor F_2 se face foarte regulat spre deosebire de a hibrizilor F_1 : se formează 18 bivalenți, reducerea cromosomală se petrece normal, iar gameții produși conțin fără excepție câte 18 cromosomi. Formarea celor 18 bivalenți

se sprijină fără îndoială pe împerecherea a 9 cromosomi dela ridiche cu 9 cromosomi homologi dela varză. Plantele tetraploide sunt complet fertile, formează numeroase flori și fructe și într'un singur fruct se produc 900—1.000 semințe. Descendenții tetraploizilor se aseamănă ca înfățișare cu părinții lor după cum se aseamănă și ca număr de cromosomi. S'a produs așa dar experimental o nouă specie, prin încrucișare dintre genuri; acest produs a fost numit *Raphanobrassica* și e constant. *Raphanobrassica* este un hibrid alloploid fertil, capabil de a fi cultivat curat. Este un tip morfologic nou apărut, deosebit și de ridiche și de varză. Unele caractere sunt intermediare, altele sunt preponderente dela un părinte sau altul, iar altele sunt cu totul nouă, proprii hibridului.

Raphanobrassica are frunzele dela ridiche și rădăcinile dela varză și de aceea nu poate fi folosită în cultură. Infățișarea fructului e în special cu totul remarcabilă. Silicua de ridiche e fusiformă și nu e dehiscentă, cea dela varză e alungită și dehiscentă. Partea bazală a silicei de varză corespunde morfologic părții dehiscente a silicei de varză, iar vârful acesteia corespunde părții celei mai mari de la silicua de ridiche. Fructul hibridului F_1 are înfățișarea intermediară, jumătatea inferioară dela varză, iar jumătatea superioară dela ridiche. Tot astfel se prezintă și silicua tetraploidului, care însă e mai mare. Hibridul *Raphanobrassica* prezintă toate însușirile unei forme gigantice: plantele sunt mari, alcătuite din celule mari, cu vitalitatea mare. Stabilitatea și unitatea caracterelor ne dau dovada unei specii noi produse experimental.

Dar *Raphanobrassica* nu este singura specie produsă experimental prin alloploidie. Din încrucișarea între *Nicotiana Tabacum* (48 cromosomi) și *Nicotiana glutinosa* (24 cromosomi) s'a produs de către CLAUSEN o specie nouă hexaploidă, *Nicotiana digluta* care se comportă ca și *Raphanobrassica*.

Impresionantă este sinteza experimentală a speciei *Beta trigyna* ($2n = 54$) prin poliploidizarea hibridului dintre *Beta lomalogona* ($2n = 18$) și *Beta corolliflora* ($2n = 36$).

DARLINGTON citează nu mai puțin de 37 exemple de specii produse experimental prin alloploidie: *Primula Kewensis* ($= P. floribunda \times P. verticillata$) (Fig. 20); *Digitalis mutonensis* ($= D. purpurea \times D. ambigua$); diferite încrucișări la *Crepis*, etc.

În afară de formele tetraploide produse experimental prin încrucișare, se cunosc un foarte mare număr produse prin alte mijloace. Astfel se cunosc numeroase forme tetraploide produse prin tratarea plantelor cu colchicină sau acenaphten: *Beta vulgaris* var. *Rapa*, *Spinacia oleracea*, *Fagopyrum esculentum*, *Cannabis sativa*, *Lychnis dioica*, *Brassica campestris*, *Brassica alboglabra*, *Fragaria vesca*, *Vicia Faba*, *Ornithopus sativus*, *Linum usitatissimum*, *Linum grandiflorum*, *Phlox spec.*, *Galeopsis pubescens*, *Epilobium spec.*, *Ocimum basilicum*, *Mentha aquatica* \times *M. rotundifolia*, *Antirrhinum majus* \times *S.*

50, *Antirrhinum spec.*, *Torenia Fournieri*, *Torenia peduncularis*, *Capiscum annuum*, *Hyosciamus niger*, *Lycopersicum esculentum*, *Lycopersicum pimpinellifolium*, *Nicotiana rustica* x *N. paniculata*, *Nicotiana glauca*, *Nicotiana glutinosa* x *N. glauca*, *Nicotiana Sanderac*, *Nicotiana Tabacum* x *N. glutinosa*, *Nicotiana glutinosa* x *N. sylvestris*, *Petunia spec.*, *Ageratum spec.*, *Calendula spec.*, *Crepis capillaris*, *Helianthus annuus*, *Lactuca sativa*, *Taraxacum kok-saghyz*, *Tradescantia geniculata*, *Triticum monococcum*, *Avena brevis*, *Hordeum distichum*, *Hordeum vulgare*.

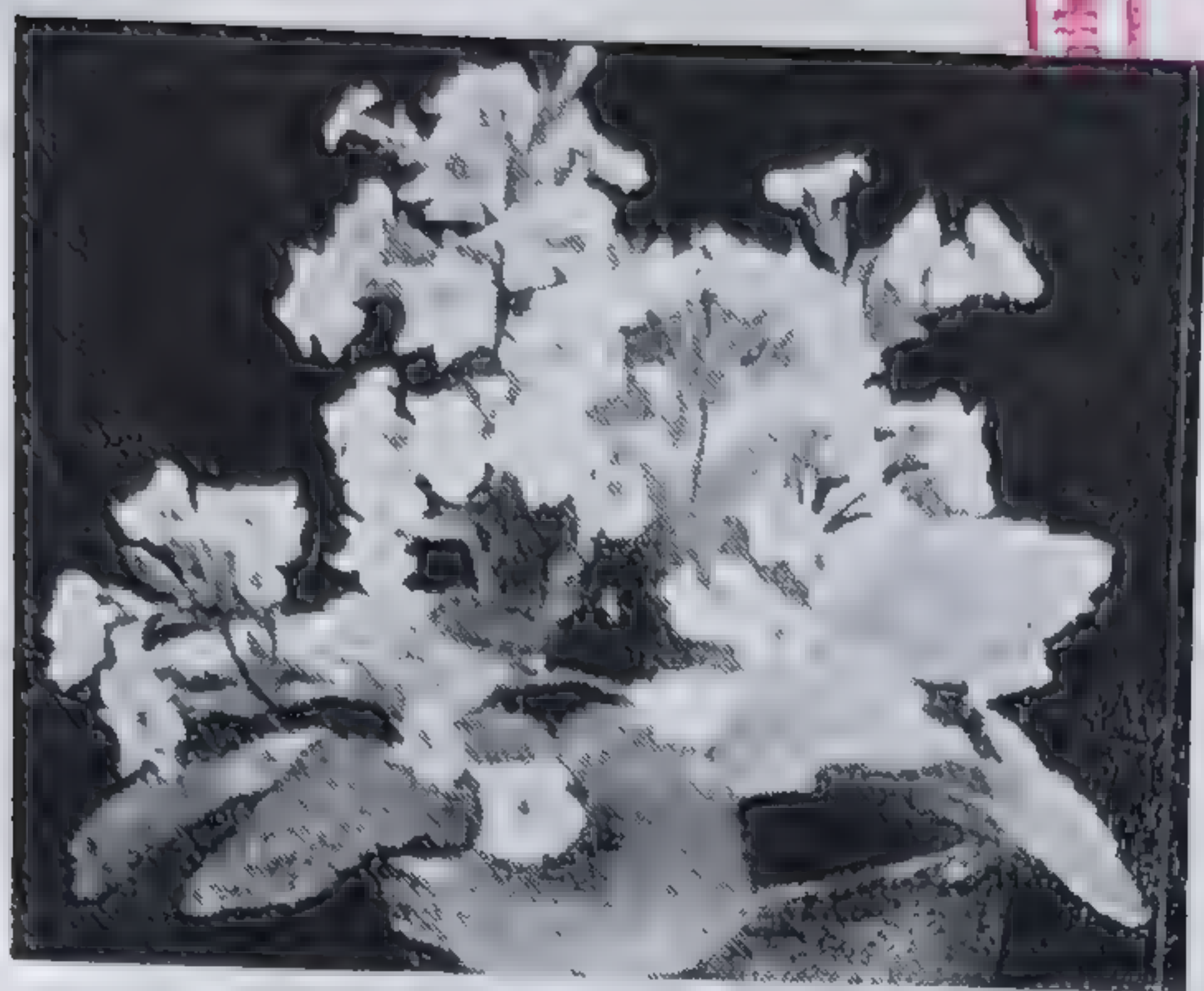
Prin acțiunea combinată a colchicinei și a heteroauxinei, GLOTOVA a obținut forme tetraploide la *Ocimum basilicum*. Prin acțiunea căldurii s'au obținut forme tetraploide la: *Gasteria trigona*, *Triticum vulgare*, *Triticum vulgare* x *Agropyrum glaucum*. Prin acțiunea razelor Roentgen s'au obținut forme tetraploide la *Nicotiana sylvestris* și *Secale cereale*.

ALLOPOLIPLOIDIA IN NATURĂ

Am arătat că prin încrucișarea experimentală între speciile care trăesc spontan în natură s'au creat o serie de tipuri nouă. Unele dintre aceste tipuri sintetice pot fi trecute de aci înainte în lista speciilor bune, își au locul lor în Sistematică, posedând caractere morfologice și fiziologice care nu se întâlnesc la alte specii, se înmulțesc regulat, fiind în plus fertile. Nu este câtuși de puțin exagerat dacă afirmăm că prin descoperirea allopoliploidiei experimentale avem la îndemână un instrument prin care putem să turnăm materia vie în tipare nouă.

Dar și natura s'a servit de acest mijloc la formarea noilor specii și încă într'o foarte mare măsură. Într'un caz s'a putut reconstitui experimental ceea ce natura a produs din formele inițiale prin allopoliploidie. E cazul dela *Galeopsis Tetrahit*. (Fig. 23, Pl. IX). În alt caz o specie cunoscută din natură a fost desfăcută experimental în alte două specii cu numărul cromosomal pe jumătate și care azi nu mai există. În sfârșit se cunosc o mulțime de exemple de specii poliploide în natură, dar ale căror tipuri de origină sunt numai presupuse.

În cercetările sale monografice asupra genului *Galeopsis*, MÜNTZING (1930—1932) a arătat că 6 din cele 8 specii studiate au în haploid 8 cromosomi, celelalte 2 posedă 16 cromosomi. Din prima grupă (cu 8 cromosomi) fac parte *Galeopsis pubescens* (Fig. 21, Pl. VII) și *G. speciosa*, (Fig. 22, Pl. VIII); din a doua grupă (cu 16 cromosomi) face parte *G. Tetrahit*. (Fig. 23, Pl. IX). Încrucișarea experimentală dintre *G. pubescens* și *G. speciosa* reușește bine când *G. pubescens* servește ca mamă. Hibridul F_1 este totuși extrem de steril. Anterele hibridului conțin 8,9—22,3% grăunți de polen cu înfățișare normală și numai câteva oosfere fecundabile. În F_2 s'a format numai o



A



B



C

Fig. 20. — A. *Primula floribunda*, diploid; B. *Primula verticillata*, diploid; C. *Primula kewensis*, tetraploid (după Pellew și Durham).



Fig. 21. — *Galeopsis pubescens* Besser $2n = 16$
Unul din părinții speciei *Galeopsis Tetrahit* L.



Fig. 22. — *Galeopsis speciosa* Miller $2n : 16$
 Al 2-lea părinte al speciei *Galeopsis Tetrahit* L.



Fig. 23. — *Galeopsis Tetrahit* L. $4n = 32$
Specie tetraploidă reprodusă experimental prin încrucișarea lui *Galeopsis pubescens* Besser ($2n = 16$) cu *Galeopsis speciosa* Miller ($2n = 16$).

singură plantă care s'a dovedit a fi triploidă, $3n = 24$, provenită probabil din combinarea unui gamet care conținea garnitura cromosomală somatică a hibridului F_1 (câte 8 cromosomi dela *speciosa* și *pubescens*) cu un gamet cu 8 cromosomi dela *speciosa* care a servit drept tată. Această plantă triploidă a fost reîncrucișată cu *G. pubescens*. Din singura sămânță obținută s'a dezvoltat o plantă, care s'a dovedit că este tetraploidă ($4n = 32$). Tetraploidia acestei plante unice se datorește unirii unui gamet neredus dela hibridul triploid cu un gamet normal de *G. pubescens*. Tetraploidul s'a dovedit fertil, a produs o populațiune care a fost numită « *Tetrahit experimental* ».

Hibridul triploid dintre *G. pubescens* și *G. speciosa* precum și tetraploidul provenit din el prezintă o foarte mare asemănare cu *G. Tetrahit* din natură, deși această specie din urmă nu a luat parte cu nimic la producerea tetraploidului. Asemănarea este atât de evidentă, încât MÜNTZING socotește că *G. Tetrahit* din natură nu este decât o formă allopoliploidă rezultată din încrucișarea *G. pubescens* \times *G. speciosa*. Pentru verificarea acestei ipoteze au fost întreprinse o serie de cercetări. *G. Tetrahit experimental* conține, ca și cel spontan, 32 de cromosomi și formează ca acesta în meiosis 16 bivalenți. Diviziunea de maturare la amândouă se petrece de regulă normal. Din încrucișarea lui *G. Tetrahit* spontan cu cel experimental nasc descendenți normali asemănători cu părinții. Din toate punctele de vedere: morfologic, genetic și citologic *G. Tetrahit* spontan și cel experimental sunt asemănătoare. Deci cu siguranță putem spune că *G. Tetrahit* spontan a rezultat prin încrucișare între *G. pubescens* și *G. speciosa*, dar nu putem spune când și unde s'a petrecut acest lucru.

Cercetările lui HUSKINS asupra Gramineei *Spartinia Townsendii*, în această privință sunt mai complete. Această specie a fost aflată în anul 1870 în sudul Angliei, într-o singură localitate. Imediat s'a răspândit cu multă rapiditate. În 1906 a trecut și pe litoralul francez învecinat. De aci s'a răspândit mai departe și în scurtă vreme, mai ales prin mijlocirea omului, a cucerit teritorii nouă în diferitele părți ale lumii. Cercetările întreprinse au condus la concluzia că *Sp. Townsendii* rezultă prin hibridarea între *Sp. stricta* și *Sp. alternifolia*. Cea dintâi e o specie endemică în Europa, citată de mai bine de 100 de ani în literatura floristică, iar *Sp. alternifolia* e originară din America de unde a fost introdusă în Anglia, devenind chiar foarte frecventă în unele locuri. HUSKINS a studiat citologic aceste trei specii de *Spartinia* și a dovedit că *Sp. stricta* are 56 cromosomi (diploid), iar *Sp. alternifolia* 70. Dacă *Sp. Townsendii* este un tip tetraploid ar trebui să posede în diploid un număr de cromosomi egal cu suma cromosomilor dela cele 2 specii ($56 + 70 = 126$), ceea ce cercetările citologice au confirmat. În meiosis la *Sp. Townsendii* se întâlnesc în general, bivalenți, ceea ce explică fertilitatea sa. Așa că putem spune că *Sp. Townsendii* e o specie tetraploidă formată prin allopoliploide în natură, în secolul al

XVIII-lea și al XIX-lea în Anglia. Dar se mai cunosc și alte exemple de alloploidie în natură. După ANDERSON *Iris versicolor* este o specie alloploidă dintre *Iris virginica* și *I. setosa*.

Rosa Wilsonii este o specie alloploidă rezultată din *R. pimpinellifolia* și *R. tomentosa*.

Phleum pratense prezintă un tip hexaploid rezultat dintr'un tip de *Ph. pratense* diploid + *Ph. alpinum* tetraploid.

F. v. WETTSTEIN a reușit să desfacă un tip alloploid care trăiește în natură — mușchiul *Physcomitrium piriforme* — (haploid 36) — în 2 plante cu jumătate garnitura cromosomală a speciei spontane. Aceste plante (hemiplonte) se deosebesc morfologicește de tipul inițial (haplont): sunt mai mici, dar sunt fertile. (Fig. 24, Pl. X). Deci s'a putut dovedi experimental că specia din natură este un hibrid alloploid, prin faptul că a fost desfăcută în două specii cu garnituri cromosomiale pe jumătate, independente, viabile și care reprezintă, din punct de vedere filogenetic, părinții speciei actuale. Speciile parentale nu se cunosc până în prezent în natură. Ele ar putea fi descoperite, sau poate că au existat în trecut, lăsând urmașul lor tetraploid să le supraviețuiască.

Cercetările citogenetice dela *Triticum* și *Aegilops* au adus contribuțiuni foarte însemnate pentru lămurirea dezvoltării filogenetice a speciilor acestor genuri. În special KIHARA și școala lui au contribuit la lămurirea acestor probleme. Speciile cunoscute de grâu se împart, după numărul lor de cromosomi în trei grupuri:

Grupa monococcum ($n = 7, 2n = 14$)	Grupa dicoccum ($n = 14, 2n = 28$)	Grupa vulgare ($n = 21, 2n = 42$)
<i>T. aegilopoides</i>	<i>T. dicoccoides</i>	<i>T. Spelta</i>
<i>T. thiaoudar</i>	<i>T. dicoccum</i>	<i>T. vulgare</i>
<i>T. monococcum</i>	<i>T. durum</i>	<i>T. compactum</i>
	<i>T. turgidum</i>	<i>T. sphaerococcum</i>
	<i>T. pyramidale</i>	
	<i>T. polonicum</i>	
	<i>T. persicum</i>	
	<i>T. Timopheevi</i>	

Numărul fundamental de cromosomi este 7: grupa *monococcum* este deci diploidă, *dicoccum* este tetraploidă, iar *vulgare* hexaploidă. Incrușișările dintre specii cu același număr de cromosomi produc în meiosis numai bivalenți și sunt complet fertile. Hibrizii dintre reprezentanții grupului *vulgare* cu reprezentanții grupului *dicoccum* sunt pentaploizi ($21 + 14 = 35$) și formează în meiosis 14 bivalenți (14 cromosomi se duc la un pol și 14 la celălalt pol)



Fig. 24. — *Physcomitrium piriforme* : *a.* hemiplont (cu jumătate din numărul haploidal de cromosomi) și *b.* Hăplont normal; *c.* sporogonul hemiplonte; *d.* sporogonul obținut experimental prin încrucișarea a două hemiplonte.

și 7 univalenți care stau risipiți pe fusul nuclear. (Fig. 25). Hibrizii între reprezentanții grupului *monococcum* cu *dicoccum* sunt triploizi ($14 + 7 = 21$), formând în meiosă 4—7 bivalenți și 7—13 univalenți. Incrucișarea dintre *vulgare* și *monococcum* ($21 + 7 = 28$) formează în meiosă 0—10 bivalenți și în general cel puțin șapte univalenți. Aceste rezultate au fost interpretate în sensul că grupele *monococcum*, *dicoccum* și *vulgare* posedă 1—2 sau

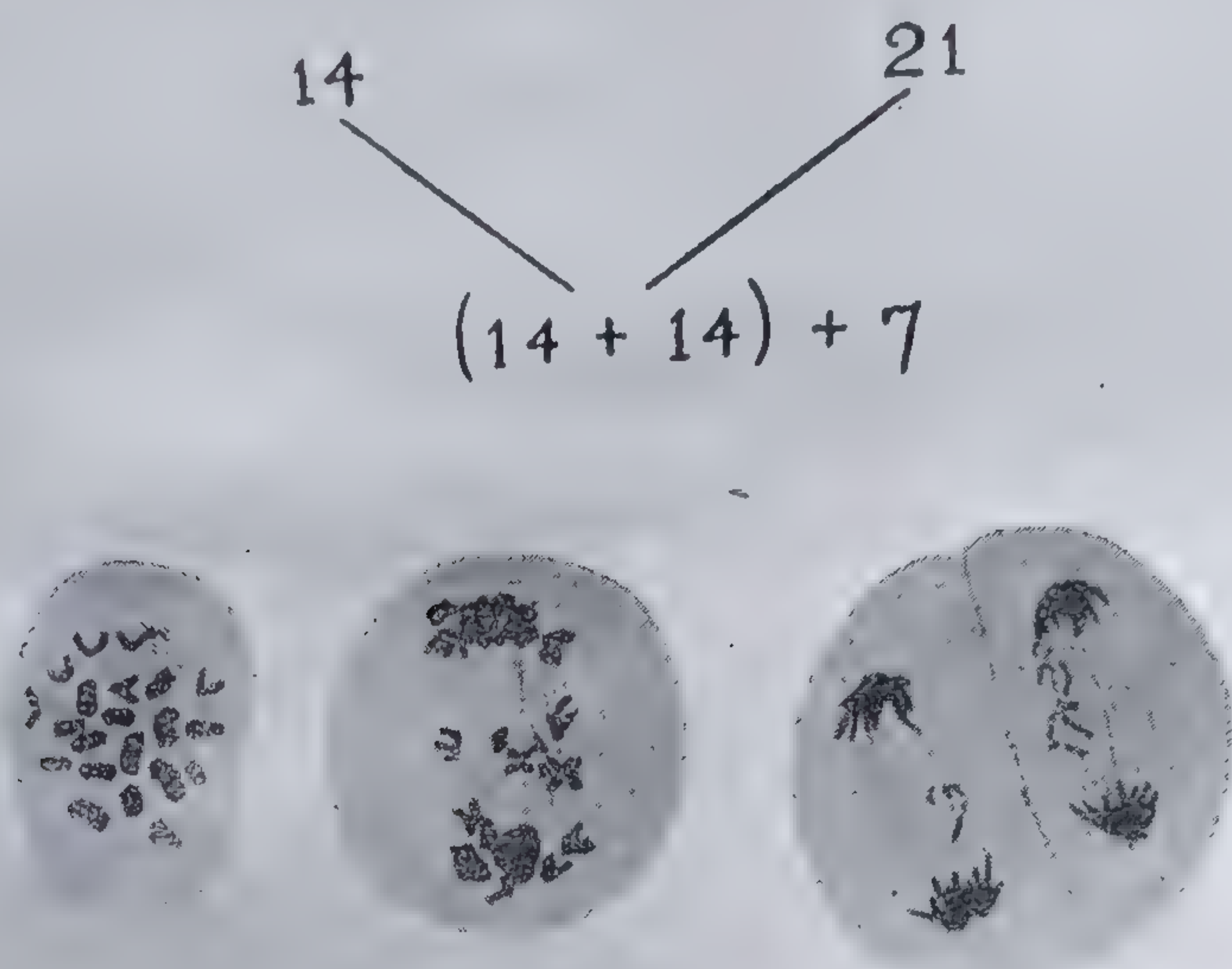


Fig. 25. — Reducerea cromatică la hibridul dintre *Triticum dicoccum* și *T. vulgare*: 14 gemeni (bivalenți) și 7 univalenți care rămân înșirați neregulat pe fusul nuclear (după Sax).

3 garnituri deosebite de câte 7 cromosomi fiecare, însemnate cu literile A, B și D.

Dicoccum a rezultat ca o formă *allotetraploidă* dintr'un hibrid dintre o specie din grupa *monococcum*, care procură genomul A și cu o plantă care are genomul B. Speciile din grupa *vulgare* sunt allohexaploide și provin dintr'o încrucișare dintre *dicoccum* (AB) cu o formă care i-a procurat genomul D, foarte probabil o specie de *Aegilops*, care conține genomul D. Această ipoteză a fost în întregime verificată prin cercetările întreprinse experimental. S'a creat prin încrucișare hibridul *Aegilotriticum* (TSCHERMAK), cu înfățișare de grâu din grupul *vulgare*.

Nu putem referi asupra tuturor lucrărilor citogenetice întreprinse de autorii japonezi la *Triticum* și *Aegilops*, dar e necesar să spunem că KIHARA și LILIENFELD au construit un arbore genealogic, al garniturilor cromosomiale dela *Aegilops* și *Triticum*. Acest arbore reprezintă frecvența împere-

cherii dintre cromosomii diferitelor garnituri. El nu este în realitate arborele genealogic filogenetic al speciilor, *dar ar putea să fie*.

Schimbările pe care le-au suferit speciile de grâu în cursul evoluției sunt de două feluri: pe de o parte allopolidia, iar pe de altă parte, mutațiunile de gene. Schimbările produse de acestea din urmă, sunt însă mai puțin evidente decât cele rezultate prin allopolidie.

Se cunosc în natură serii de specii poliploide la *Rosa* ($2n = 14$; $3n = 21$; $4n = 28$; $5n = 35$; $6n = 42$; $8n = 72$). (Fig. 26). La *Chrysanthemum* se

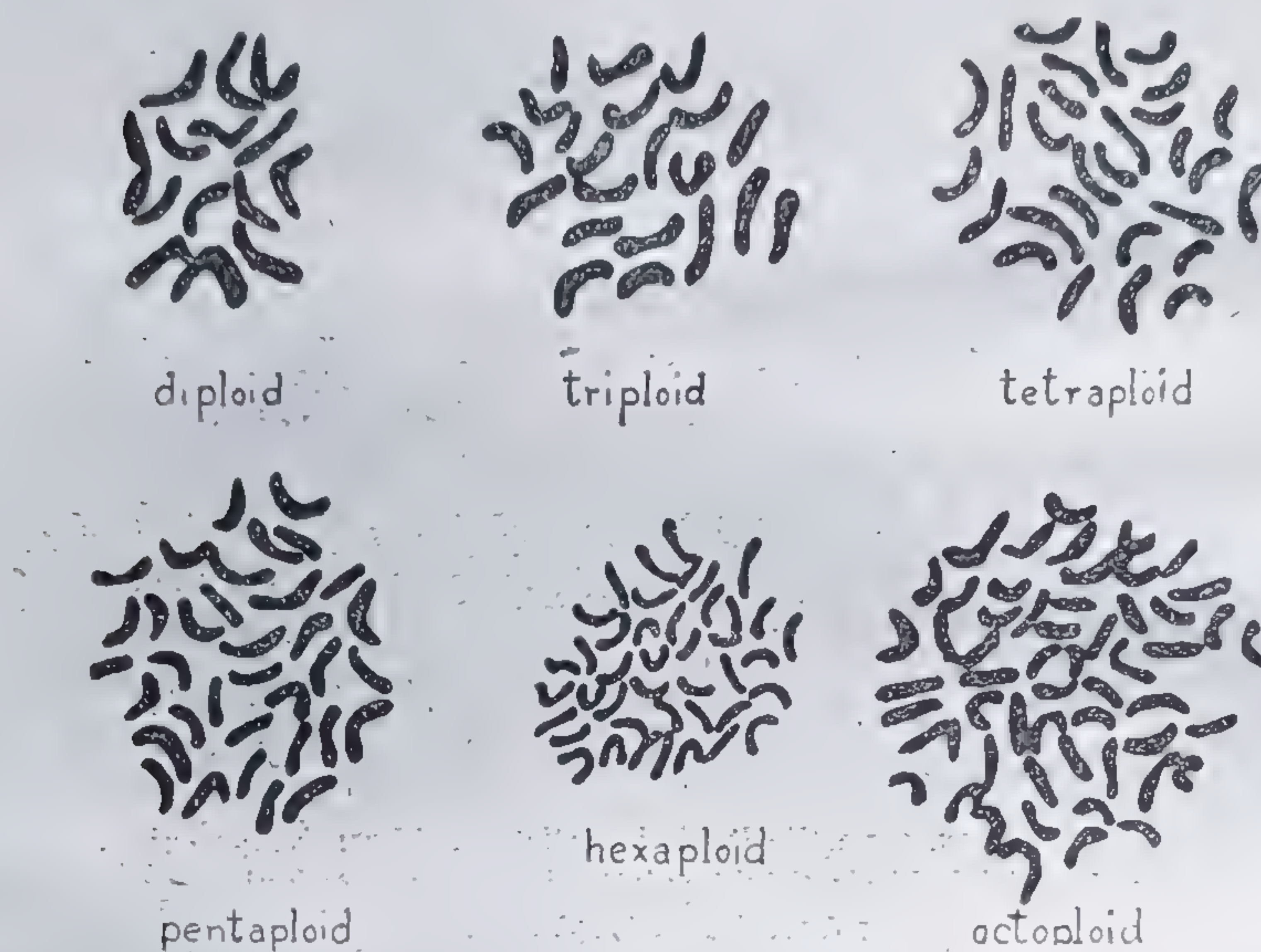


Fig. 26. — Garniturile cromosomiale ale unei serii poliploide naturale la *Rosa* (după Täckholm).

cunosc în natură specii haploide ($n = 9$): *Ch. lavandulaefolium*, *Ch. roseum*, *Ch. japonicum*, *Ch. nipponicum*, *Ch. carinatum*; 1 diploidă ($2n = 18$), *Ch. Leucanthemum*; 1 tetraploidă ($4n = 36$), *Ch. Decaisneanum* și 1 pentaploidă ($5n = 45$), *Ch. arcticum*. Se mai cunosc serii poliploide, la *Rubus*, *Acer*, *Carex*, diferite *Gramineae*, *Statice*, *Allium*, *Paris*, *Aesculus*, *Vicia cracca* (Fig. 27, Pl. XI), etc. etc.

Pe când poliploidia la plante este destul de frecventă, la animale este o raritate. După MÜLLER, deosebirea aceasta ar sta în legătură cu faptul că plantele sunt în general hermafrodite, iar animalele unisexuate. În adevăr și la plantele unisexuate, poliploidia este tulburată și drept consecință produc descendenți sterili.

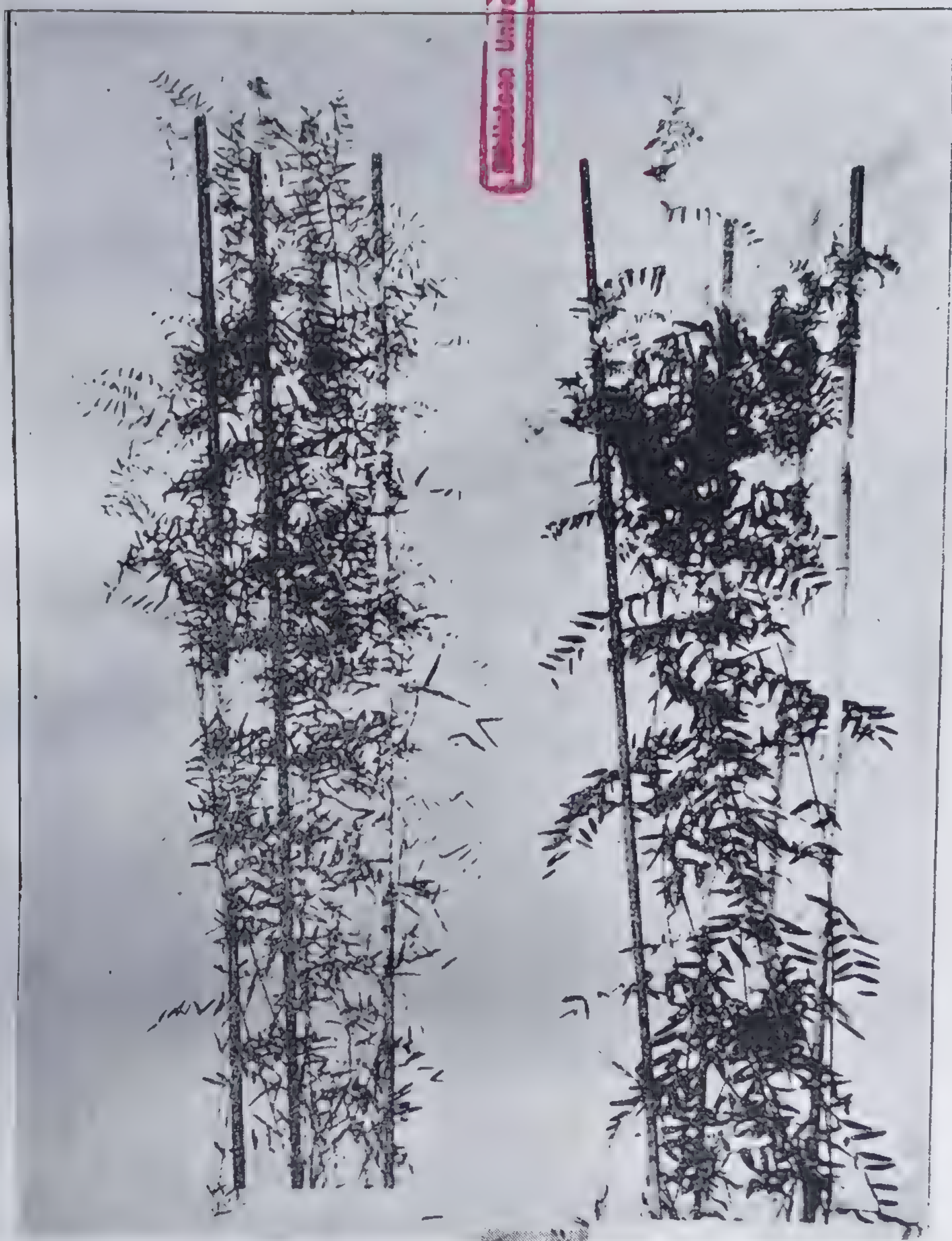


Fig. 27. — Două rase naturale de *Vicia cracca*, cea din dreapta diploidă ($2n=12$), cea din stânga tetraploidă ($2n=24$), (după Sweschnikowa).

Se cunosc tipuri poliploide la *Drosophila*, la *Artemia salina*, la fluturașul *Solenobia triquetrella*, dar asupra cărora nu putem insista. Se știe însă că ele nu produc descendenți viabili, care să se poată încrucișa cu rasele inițiale.

Dacă la animalele unisexuate, poliploidia nu joacă un rol în formarea de tipuri noi, este de așteptat să se întâlnească la cele hermafrodite, după cum nu este probabil să se întâlnească la plantele dioice care se comportă ca și animalele unisexuate. Cât de răspândită e allopoliploidia la animalele hermafrodite, partenogenetice și asexuate, până în prezent nu se cunoaște.

La sfârșitul acestui capitol putem spune că allopoliploidia la anumite grupuri de organisme aduce după sine o schimbare bruscă în evoluția lor.

Arborele genealogic simbolic al ființelor viețuitoare este reprezentat, după cum se știe, printr'un copac al cărui trunchi principal corespunde formelor inițiale, iar ramurile înfățișează împărțirea speciilor primitive într'o serie de forme derivate, moarte sau vii.

Acum când știm care e mecanismul genetic al formării speciilor și putem adăoga că cunoaștem în parte procesul evoluției, înfățișarea clasică a arborelui genealogic trebuie înlocuită prin altă figură. Tulpina și ramurile se pot reprezenta mai bine printr'un cablu alcătuit din numeroase cordoane cu mers mai mult sau mai puțin paralel și care ocazional se ramifică sau se termină. În grupurile în care allopoliploidia lipsește, cordoanele cablului sunt independente, putând merge paralel, apropiat sau depărtat. Când speciile izolate se hibridează cordoanele se fuzionează, se întrețes. Când are loc allopoliploidia se desfac, reprezentând cele două specii inițiale, dar imediat se refuzionează și se divid în alte cordoane care sunt noile specii poliploide. Acolo unde formarea speciilor prin poliploidie e frecventă, cablurile din arborele genealogic își pierd mersul și independența lor, căpătând înfățișarea de rețea.

Prin ajutorul Geneticii s'a putut desluși în parte mecanismul evoluției ființelor viețuitoare, precum și problema variabilității ereditare care a preocupat și pe DARWIN fără să o poată lămuri, lucru firesc pentru timpul în care a trăit. *Mutațiunile de gene, schimbările de cromosomi, multiplicarea garniturilor cromosomiale* (poliploidia) sunt cauzele principale, deși nu unicele ale variabilității ereditare și cunoașterea lor ne dă putința să ridicăm măcar un colț din perdeaua care acoperă marea scenă a vieții; să privim, pentru moment, unele fragmente ale spectacolului impresionant al Evoluției foarte de aproape, altele încă dela depărtare mare, dar să le înțelegem pe toate cât de cât.

Prin metodele recente de cercetare reușim să provocăm noi înșine mutațiuni de gene, de cromosomi, să reproducem într'un număr de cazuri fenomenele ce se săvârșesc în natură. Aceasta nu înseamnă că am ajuns să cunoaștem natura intimă a mutațiunilor. Procesele fine ale variabilității ne

sunt încă necunoscute și chiar dacă am reuși să descoperim cauzele fiziologice ale mutațiilor, ne-ar mai rămâne încă foarte multe lucruri de lămurit.

Cercetându-se în mod riguros centrele geografice ale formelor de origină și după ce se vor descoperi toate inelele care leagă speciile între ele, va fi posibilă sinteza speciilor lincene, considerate nu ca unități absolute, ci ca sisteme de forme. Stăpân pe sistematica și geografia ființelor vii, genetistul poate ataca cu metodă științifică problema formelor inițiale și a celor derivate, ca să ajungă să lămurască cu timpul enigma filogeniei, geneza speciilor și evoluția lor.

Rezolvarea problemelor legate de aceea a originii și dezvoltării speciilor se poate sprijini numai pe o sinteză rezultată dintr'o amănunțită și profundă investigare a grupurilor izolate de viețuitoare, cu ajutorul Sistematiei diferențiale și a Biogeografiei în scopul determinării centrelor de origină a formelor și cu ajutorul Geneticei și Citologiei.

Pentru țara noastră Citogenetica, prin concursul Sistematiei, a Biogeografiei și Ecologiei este de așteptat să dea rezultate deosebit de fecunde. Studiul endemismelor, care se ridică în flora României la aproape 12%, va conduce la descoperirea centrelor de gene primare și secundare de unde ele își trag originea. În centrele bogate în gene stăpânesc genele dominante. În părțile mai îndepărtate, la periferia arealelor sunt din contra mai frecvente genele recesive. Acestea produc endemismele, cu compoziție de gene care nu se întâlnește în alte părți. Bogăția florei noastre în endemisme recesive explică prin aceea că se găsește situată la limita de răspândire a speciilor, a căror centre de formare este aiurea (regiunea mediterană, Caucaz, Iran, etc.). Nu este însă exclus să se descopere în anumiți munți (de ex. Retezat) un centru primar sau secundar cu gene dominante. Studiul speciilor vicariate orizontal și vertical va lămuri raportul genetic și evolutiv al lor; studiul relictelor preglaciale și al speciilor înrudite ne va da cheia înlănțuirii lor filogenetice; studiul tipurilor ajunse în țara noastră la limita arealului lor; studiul speciilor înrudite cu mare capacitate de hibridare (*Centaurea*, *Hieracium*); studiul speciilor adaptate la condițiuni deosebite de viață; studiul genetic al asociațiilor și biocenozelor vor deslega enigma originii și dezvoltării florei în acest colț de pe pământ, așezat la răspântie geografică și climatică și la marginea marilor regiuni de centre de gene.

Aceleași imperative se impun și pentru cunoașterea faunei și aceleași probleme se pun și pentru cunoașterea potențialului genic al neamului nostru.

Ar fi prezumțios să afirmăm că prin ajutorul Geneticei s'a lămurit definitiv și total problema evoluției în toată complexitatea ei.

Genetica, printre altele, a adus însă un mare serviciu evoluționismului, sustrăgându-l la vreme din cercul speculațiilor și al dialecticei, care îl înnăbușau sub argumentația lor și sub noianul de tot felul de plâsmuiri

teoretice: neolamarkism, fisiolamarkism, psiholamarkism, vitalism, neovitalism, neodarwinism, mecanism ș. a.

Spațiul și timpul fiind cadrul și motorul proceselor de transformare al viețuitoarelor, imprimă evoluționismului, împreună cu determinismul genic al structurii și devenirii, cu solidaritatea, unitatea, ordinea și coerența fenomenelor deslănțuite de gene, un pronunțat caracter logic și rațional, mai mult decât transcendental.

Prin introducerea în Biologie a noțiunii de variabilitate discontinuă, una din cele mai generale și fecunde ale gândirii moderne, Genetica a deschis un drum nou care va duce și mai departe cunoștința noastră asupra mecanismului evoluției și al vieții.

Se va menține dincolo de gene rigorismul determinist intact sau cunoașterea va păși în domeniul indeterminismului și relativității, coeficientul de certitudine scoborînd pe măsură ce ne apropiem de ultimele unități constitutive ale materiei? În această etapă de viitor gândirea biologică va găsi sprijin și imbold în gândirea fizicianului modern și a matematicianului. Pentru cunoașterea realității în esența ei, a « lucrului în sine » cum îl numește KANT, Biologia cedează locul și în cercetarea evoluționismului gândirii *filosofice*. Ceea ce va rămâne nedescoperit prin empirismul experimental sau prin gândirea filosofică — absolutul, misterul — este de resortul Metafizicei și al Revelației religioase.

B I B L I O G R A F I E

Indicăm în această listă numai revistele și tratatele importante.

Reviste :

a) În limba germană.

Bibliotheca Genetica, Berlin-Leipzig.

Der Züchter, Berlin.

Zeitschrift für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre, Berlin-Leipzig.

Fortschritte der Botanik, Berlin.

b) În limba engleză.

Genetics.

The Journal of Heredity, Washington.

The Journal of Genetics, Cambridge.

c) În limba olandeză.

Genetica s'Gravenhage.

Bibliographia Genetica s'Gravenhage.

d) În limba suedeză.

Hereditas, Lund.

e) În limba italiană.

Scientia Genetica. Periodico di Genetica per i Paesi Latini-Torino.

Tratate :

BAUR E., *Einführung in die Vererbungslehre*, ed. 7—11, Berlin, 1930.

BAUR E. und HARTMANN M., *Handbuch der Vererbungswissenschaft*, I—III, 1928—1939.

CAULLERY M., *Le problème de l'Evolution*, Paris 1931.

CUÉNOT L., *La genèse des espèces animales*, Paris, 1932.

— *L'Adaptation*, Paris, 1925.

— *L'Espèce*, Paris, 1936.

DOBZHANSKY TH., *Genetics and the origin of species*, New-York, 1937.

— *Die genetischen Grundlagen der Artbildung*, Jena, 1939.

EINHORN D., *Erfahrung und Deszendenztheorie*, Wien-Leipzig, 1936.

GUILLERMOND A., MANGENOT G., PLANTEFOL L., *Traité de Cytologie végétale*, Paris, 1933.

GUYÉNOT E., *La variation et l'Evolution*, Paris (Doin), 1930.

GEITLER L., *Grundriss der Cytologie*, Berlin, 1934.

HALDANE J.B.S., *The causes of evolution*, London, 1932.

HEBERER G., *Die Evolution der Organismen*. Jena, 1943.

HERTWIG O., *Das Werden der Organismen*, Ed. III, Jena, 1922.

JENNINGS H. S., *Genetic variations in relation to Evolution*-Princeton, 1935.

— *Genetics*, London.

- LEHMANN E., *Die Theorie der Oenotheraforschung*, Jena, 1922.
- LOTSY J. P., *Vorlesungen über Deszendenztheorien*, Jena, I—II, 1906—1908.
- *Evolution by means of hybridization*-Hague, 1916.
- *Evolution im Lichte der Bastardierung betrachtet* Haag, 1926.
- MORGAN TH., *Theorie of the Gene*-New-Haven, 1926.
- *Die stoffliche Grundlage der Vererbung*, 1921.
- MORGAN TH., STURTEVANT A. H., MÜLLER H. J., BRIDGES C. B., *Le mécanisme de l'Hérédité mendélienne*-Bruxelles, 1923.
- PHILIPTSCHENKO I., *Variabilität und Variation*, Berlin, 1927.
- ROEMER TH. und RUDOLF W., *Handbuch der Pflanzenzüchtung*, Bd. I—V, 1933, 1942.
- SHARP LESTER W., *Introduction to Cytology*-New-York, London, 1934.
- SHULL FRANKLIN A., *Evolution*-New-York, London, 1936.
- SINNOTT E. W., and DUNN L. C., *Principles of Genetics*-New-York, London, 1932.
- STRAUB J., *Wege zur Polyploidie*-Berlin-Zehlendorf 1941.
- TSCHULOK E., *Deszendenzlehre*, Jena, 1922.
- VRIES HUGO DE., *Die Mutationstheorie*, I, 1901, II, 1903.
- *Species and varieties*, 1904.
- *The Mutation Theorie*, 1910.
- und KLEBAHN, *Arten und Varietäten und ihre Entstehung durch Mutation*, Berlin, 1906.

Bibliografia asupra Evoluției în legătură cu Genetica este considerabilă. Se găsesc liste de bibliografie complete în diferitele tratate mai sus indicate, precum și în revistele de specialitate. Lucrările lui DOBZHANSKY în special sunt remarcabile în această privință și de ele ne-am servit în primul rând, la întocmirea lucrării de față.

RĂSPÂNDIREA VIEȚII PE PĂMÂNT

(Pionierii și curențele în biogeografie)

de C. MOTAȘ

Alles irdische Dasein ruht auf einerlei
Gesetz das grösste wie das kleinste ist von
den Grundeigenschaften des Planeten ab-
hängig.

Fr. Ratzel (*Der Lebensraum*, 1901)

EVOLUȚIA ȘI RĂSPÂNDIREA GEOGRAFICĂ A FIINȚELOR

Răspândirea vieții pe Pământ, ca și evoluția organismelor, este una dintre cele mai complicate, dar și cele mai pasionante probleme ale biologiei. Este problema capitală și țelul însuși al biogeografiei, disciplină de sinteză care se sprijină pe cunoștințe din domeniile cele mai variate ale științelor naturii, coordonând rezultatele zoologiei și botanicei sistematice, ale fiziologiei, geografiei și paleontologiei, ale paleogeografiei și paleoclimatologiei.

Repartiția regională, pe suprafața globului, a organismelor animale și vegetale și a asociațiilor biologice este determinată de condițiile fizico-chimice și biotice ale mediului înconjurător și de norma de reacțiune a organismelor față de influența acestor condiții. Ca și evoluția ființelor organizate, răspândirea lor s'a desfășurat sub înrâurirea agenților telurici și cosmici și a factorilor intrinseci ai materiei vii, a proprietăților fiziologice ale protoplasmei.

În esența ei, problema răspândirii geografice este așa dar o problemă ecologică și fiziologică și poate fi analizată sub unghiul raporturilor dintre viețuitoare și mediul complex în care ele trăiesc. Însă influența mediului înconjurător se exercită asupra organismelor din cele mai îndepărtate ere ale vieții Pământului, din clipa când a apărut primul grăunte de materie organizată, dela aurora vieții. Uriașul proces de transformare a Pământului, climei, lumii organizate și al răspândirii acesteia pe suprafața globului, au mers mână în mână și s'au petrecut într'un imens șir de secole. Repartiția geografică a plantelor și animalelor nu este în funcție numai de *factorii ecologici* ci și de *factorii istorici* sau *genetici*. Ea trebuie privită ca și evoluția, atât în perspectiva *spațiului vital* al Planetei cu însușirile sale fizice, chimice și fiziografice, cât și în perspectiva infinită a *timpului*, a acelui torent de 16 milioane de veacuri, de când se joacă pe Pământ drama vieții.

Teoria evoluției concepută și expusă în linii largi de genialul vizionar JEAN LAMARCK (*Discours d'ouverture*, 11 Mai 1800 și *Philosophie Zoologique*

1809) și așezată pe baze solide de CHARLES DARWIN (*The origin of species*, 1859) a proiectat o vie lumină asupra problemei răspândirii geografice a viețuitoarelor, iar din repartiția geografică a acestora s'au tras fapte și argumente noi în sprijinul Evoluționismului. Sprijinul a fost deci reciproc. Însă, ca și biogeografia, Transformismul n'a ieșit brusc din creierul fondatorilor săi ca Minerva din capul lui Jupiter. A trebuit o lungă și laborioasă gestație la precursorii, acestora din antichitate și până în zilele noastre, dela filosofii școalei ionice, dela ARISTOT și TEOFRAST la ADANSON, BONNET, MAUPERTUIS, ERASM DARWIN, și mai ales la BUFFON, considerat pe drept cuvânt nu numai ca un mare premergător, dar și ca un adevărat fondator al Transformismului ¹⁾ și al Zoogeografiei, după cum HUMBOLDT este socotit creator al Fitogeografiei.

Triumful definitiv al Evoluționismului, al *transformării* ființelor organizate, împotriva concepției *fixității* speciilor, erijată în dogmă de LINNÉ și exagerată de continuatorii săi, a contribuit de asemeni la dezvoltarea și avântul biogeografiei. La rândul său, studiul distribuției geografice a organismelor, al fosilelor și al stratelor terestre, pe lângă cercetarea aprofundată a speciilor și varietăților, experiențele de încrucișare, precum și analiza minuțioasă a mutațiilor, au condus la dărâmarea concepției fixiste lineene.

Interpretarea exactă a fosilelor (considerată de PLINIUS ca jocuri ale naturii, *ludus naturae*), de către un LEONARDO DA VINCI, GEORG AGRICOLA, BERNARD PALISSY, TH. BURNET, J. HUNTER, DE MAILLET, BUFFON, și mai ales crearea paleontologiei de către G. CUVIER — totuși fixist convins și adversar ireducibil al lui LAMARCK — aveau să dea un viguros impuls ideii continuității lumii organizate în decursul erelor geologice și, să probeze, mai târziu, că ființele viețuitoare n'au fost opera unor *creații succesive*, că floarele și faunele stinse n'au fost distruse prin *catastrofe terestre*, ci s'au transformat continuu, derivând unele din altele, cum a evoluat lent și Pământul, sub influența *cauzelor actuale*. Centrele de creație au devenit astfel centre de apariție și de evoluție a speciilor și grupelor, de unde acestea s'au propagat apoi pe toată suprafața Planetei.

INCEPUTURILE ȘI DESVOLTAREA IDEILOR PRIVITOARE LA DISTRIBUȚIA GEOGRAFICĂ A FIINȚELOR VIEȚUITOARE

Evoluția și răspândirea geografică a viețuitoarelor apar ca două laturi ale aceleiași probleme. Reconstituirea filmului evoluției ca și aceea a *căilor de dispersiune* a speciilor și grupelor taxonomice superioare sunt una și aceeași extrem de complexă problemă. Căci specia dar mai ales grupele sistematice superioare sunt noțiuni foarte fragile; ele au variat, au evoluat, în curgerea

¹⁾ Cf. Émil Guyénot, *Les Sciences de la vie aux XVII-e et XVIII-e siècles*, Paris, 1941.

timpului, ca și *ariile de dispersiune* a lor. Pentru aceste motive, stabilirea *centrelor de evoluție* și de *propagare* a speciilor și grupelor, este o problemă foarte dificilă.

La origină, grupele au trebuit să fie reprezentate printr'o specie unică, primitivă, care s'a înmulțit și lărgindu-și *arealul*, s'a diversificat dând naștere la alte specii. Majoritatea biogeografilor susțin teoria nașterii *monotopie* a speciilor, adică aceea după care o specie a apărut numai odată și numai într'un singur loc sau centru de apariție. Mai puțini îmbrățișază teoria diametral opusă a apariției *simultane* sau *politopie* a aceleiași specii în diferite locuri. După aceștia o specie nouă poate să derive din specia primitivă pretutindeni, fie sincron, fie în diverse timpuri, sub influența condițiilor analoage. Trebuie să remarcăm că *monotopia* speciilor nu este tot una cu *monofiletia* lor și nici *politopia* cu *polifiletia*¹⁾.

Oricum s'ar fi întâmplat lucrurile, speciile nou născute au colonizat teritorii noi, oferind condiții de existență deosebite, sub înrâurirea cărora, și potrivit cu constituția lor ereditară, au evoluat mai departe sau au dispărut, atunci când nu s'au putut adapta noilor condiții de viață.

Nu numai specii sau grupe sistematice superioare au evoluat ori s'au stins în curgerea erelor geologice, dar *faune* și *flore* întregi au variat sau au dispărut pentru totdeauna, lăsându-și rămășițele în stratele terestre. Omul în scurta lui existență ca specie și, ca individ, dacă n'a văzut prea adesea nașterea speciilor noi, a fost în schimb martorul stingerii multor specii, la exterminarea cărora a contribuit uneori. Martor al glaciației cuaternere, străbunul nostru din epoca de piatră, a văzut stingându-se sub ochii săi Mamutul, Rinocerul lânos, Ursul, Leul și Hiena cavelnelor, ale căror chipuri le-a immortalizat pictându-le pe pereții peșterilor, gravându-le în os și fildeș, modelându-le în argilă. Descoperitorul focului și al acului, incomparabil artist, Omul primitiv ne-a lăsat astfel documente nealterate de scurgerea veacurilor, după care s'a putut reconstitui — ca și după cele paleontologice — atât viața lui trecută cât și asociația biologică din care a făcut parte dela apariția sa pe pământ, acum aproape 570.000 ani.

Cine știe dacă în nopțile glaciare, iluminate de sclipirea aurorei boreale, cu privirile pierdute pe întinderea imensului și pustiului inlandsis, nu se va fi cutremurat el de enigma propriei sale existențe și de aceea a fapturilor care îl înconjurau!

Vânător și pescar, el a trebuit să urmărească animalele terestre și acvatice cu carnea cărora se hrănea, cu pieile cărora se învelea. Omul primitiv a cunoscut fără îndoială moravurile și răspândirea acestor animale, virtuțile și întrebuințarea câtorva plante. El s'a învățat apoi a le crește și cultiva pentru hrana sau îmbrăcămîntea lui. Ca și Eschimoșii de azi, el a trebuit să-și facă instrumente

¹⁾ Prin *monofiletie* se înțelege nașterea unităților sistematice dintr'o formă primitivă comună, iar prin *polifiletie* derivarea acestora din diferite forme primitive.

de vânat și pescuit din coarne și oase de Ren, din oase de Pește, îmbrăcăminte și luntre din pici de Focă, cu care să se avânte pe mare. El a fost primul zoolog, primul botanist, primul explorator și, cel dintâi biogeograf.

Mai târziu, vechile populații autohtone din jurul Mediteranei, Pelasgii, Siculii, Iberii, Ligurii, Atlanții, Fenicienii, Egiptenii și, după ei, Grecii vechi și Romanii, aveau să străbată pe uscat și pe mare regiunile circummediteraneene, să cunoască plantele, animalele și răspândirea lor în aceste ținuturi, iar pe unele să le cultive și să le crească.

Cu timpul călătoriile și explorarea ținuturilor necunoscute s'au înmulțit și aceste cunoștințe au sporit din ce în ce mai mult.

Cam cu șase secole înainte de Hristos, Fenicienii, acei îndrăzneți navigatori, din ordinul Faraonului NECHAO al II-lea, cu galerele lor, ar fi plecat din Marea Eritree și, înconjurând Africa în timp de trei ani, s'ar fi reîntors în patrie prin Coloanele lui Hercule (Gibraltarul de azi) încărcăți cu produse rare ca staniu și chihlimbar. Către anul 465 î. Hr. amiralul cartaginez HANNON în capul unei flote de circa 60 galere a explorat, în scop de colonizare, coasta occidentală a Africei, străbătând în Ocean prin Coloanele lui Hercule. Argonauții cartaginezi s'au reîntors acasă, aducând fildeși de Elefant, precum și produse exotice sau chiar Maimuțe vii.

Astfel au progresat cunoștințele despre plante și animale și despre răspândirea lor în diferite ținuturi, fără ca aceasta să devie obiect de preocupare specială.

Enigma vieții și întinderii acestui « mucegai » invadator la suprafața globului, a preocupat însă spiritele superioare din Antichitate și până astăzi, polarizând în bună parte gândirea filosofică și cercetarea științifică.

ARISTOT (384—322 î. Hr.), filosoful din Stagira, între altele, a cunoscut și descris migrațiile periodice ale Tonului în M. Mediterană. El știa că Elefantul trăiește în Africa și în India și deducea că depărtarea dintre coasta occidentală a Africei și India nu poate fi mare. Este eroarea care după aproape 1850 ani avea să conducă pe Genovezul CRISTOFOR COLUMB la descoperirea Americii, deși el a trăit și murit în ideea că descoperise India. Succesorul lui ARISTOT, TEOFRAST (372—287 î. Hr.) distingea vegetația de șes de cea de munte și observa că unele plante sunt mai răspândite decât altele. El stăruia nu numai asupra preferinței unor vegetale pentru anumite stațiuni, ci dădea exemple de plante care prosperă mai bine sau trăiesc exclusiv în anumită climă. La Romani PLINIUS CEL BĂTRÂN — dispărut în timpul erupției Vezuviului, din anul 79 — s'a ocupat de răspândirea animalelor pe care, după Biblie, le-a clasat, după mediu, în trei grupe, *Terrestria*, *Aquatilia* și *Volatilia*, dându-ne prima clasificare ecologică.

Scriitorii arabi și creștini din Evul Mediu, comentatori și discipoli fideli a lui ARISTOT, adăugiră prea puțin la cunoștințele anterioare privitoare la răspândirea viețuitoarelor.

O etapă extrem de importantă pentru progresul acestor cunoștințe este descoperirea Americii în 1493 de către COLUMB. De atunci începe să se pună problema colonizării acestui continent cu plante, animale și oameni, să se compare floarele și faunele din Lumea Veche și din Lumea Nouă, să se explice proveniența lor. Orizonturi tot mai largi aveau să deschidă în această privință și călătoriile pe mare ale lui VASCO DE GAMA (1469—1542) și FERDINAND MAGELLAN (MAGALLHANES) (1470—1521).

Un linguist și teolog olandez VAN DER MYL (ABRAHAMUS MYLIUS) în opera sa *De origine animalium et migratione populorum* (1667), afirmă că animalele din America și din insule nu provin din Lumea Veche, ci au fost create acolo. El este așa dar precursorul teoriei *centrelor de creație* emisă de AGASSIZ, și susținută cu mult înainte de SF. AUGUSTIN, părinte al Bisericii, în opera sa *De civitate Dei*.

În pragul veacului al XVIII-lea, încep să se întreprindă călătorii biologice, care s'au continuat în acest secol și în cel următor. Regiunile cele mai îndepărtate ale globului, ca Australia, Tasmania, Noua Zeelandă, sunt explorate din punct de vedere floristic, faunistic și geologic. Între acestea sunt de reținut călătoriile unui TOURNEFORT (1656—1708), J. DE JUSSIEU (1704—1779), M. ADANSON (1727—1806), JAMES COOK (1728—1779), care vede și descrie primul Cangur în Australia, BANKS (1743—1820), ROB. BROWN (1773—1858), FERD. BAUR (1760—1828), J. DALTON HOOKER (1817—1911) și mai târziu acelea ale lui ALFR. R. WALLACE și CHARLES DARWIN.

Cunoscute sunt de asemeni călătoriile unui LIVINGSTONE în Africa, PRZEWALSKI în Mongolia și Tibet (1870—1880), SVEN HEDDIN în Tibet și, aceea de mai înainte a Moldovanului N. MILESCU, Spătarul, care a străbătut, între 1675 și 1677, Rusia, Siberia, Mongolia, și țara Chitailor până la Peking.

Odată cu perfecționarea mijloacelor de transport, încep explorările ținuturilor polare, de care sunt legate numele lui NANSEN, AMUNDSEN, SHAKLETON, PEARY, ROSS, GERLACH, RACOVITZA, BYRD și alții. Tot în acest timp se organizează și expediții oceanografice cu vase celebre, sub conducerea unor savanți ca: AUDOUIN, MILNE EDWARDS, MICHAEL și G. O. SARS, WYWILLE THOMSON, CARPENTER, J. MURRAY, AL. AGASSIZ, PRINCIPELE ALBERT I DE MONACO, RICHARD, JOUBIN, CHARCHOT, LE DANOIS, DRYGALSKI, C. CHUN, WÜST, CORRENS, etc., ale căror cercetări au făcut cunoscute condițiile fizico-chimice, relieful fundului, și repartitia viețuitoarelor în mări și oceane. Incercările recente ale lui W. BEEBE cu « Batisfera » aduc în această privință informații noi, constatate de visu.

Asaltul și cucerirea vârfurilor înalte de munți, dintre care numai cel mai semeț de pe glob, Everestul, își păstrează taina, au condus la cunoașterea condițiilor mediului alpin și a răspândirii verticale a vieții.

PIONIERII BIOGEOGRAFIEI ȘI CURENTELE BIOGEOGRAFICE

G. BUFFON (1707—1788) genialul precursor al Transformismului, inițiatorul teoriei micromeriste a Eredității, fondator al teoriei cauzelor actuale, este și creatorul geografiei animale. În operele sale celebre *La Théorie de la Terre* (1749), *Les animaux sauvages* (1759), și *Époques de la Nature* (1778), el exprimă clar ideea că animalele actuale au origina în ținuturile nordice, unde se găsesc în stare fosilă și de unde sub influența prefacerii climei, prin migrații succesive s'au răspândit spre sud pe toată suprafața globului. Pentru prima oară, el arată deosebiriile dintre fauna tropicală a Lumii Vechi și aceea a Americii de sud, admite origina comună a faunelor înrudite din Lumea Veche și Lumea Nouă, iar deosebiriile faunistice le explică prin influența climei. El observă circumpolaritatea animalelor nordice și o explică prin legătura dintre continente în regiunea arctică. Tot BUFFON atrage pentru întâia dată atenția asupra speciilor *reprezentative* sau *corespunzătoare*, numite mai târziu *vicariante* de botanistul danez SCHOUW (1816).

Ipoteza originii boreale a animalelor și a iradiației lor spre sud, combătută de E. ZIMMERMANN a fost reluată mai târziu cu mai multă amploare de A. MURRAY și alții, menținându-se până astăzi. ZIMMERMANN (*Specimen zoologiae geographicae Quadrupedorum*, 1777), după repartitia geografică a Mamiferelor pune, alături de BUFFON, bazele geografiei regionale și istorice. După el repartitia geografică, deși comandată de climă, depinde în primul loc de evenimentele trecute din istoria globului, cum sunt legăturile intercontinentale sau separările continentelor și a insulelor continentale. Continentele cu faune asemănătoare au fost odinioară unite (de ex. nordul Eurasiei și America de nord). Insulele care adăpostesc aceeași faună ca și continentele învecinate trebuie să fi fost unite în timpuri mai vechi și apoi despărțite prin « revoluții terestre » (de ex. Sicilia, Insulele Britanice, Madagascar, Ceylan, Ins. Sundei). El n'a încercat să explice repartitia speciilor vicariante, însă a introdus în știință noțiunea de *endemism relict* și a dus în genere zoogeografia atât de departe cât i-au permis cunoștințele vremii și concepția fixistă dominantă.

Este interesant de constatat că în aceeași epocă cu BUFFON și ZIMMERMANN, naturalistul suedez CHARLES LINNÉ (1707—1778), întemeietorul Taxonomiei și creatorul nomenclaturii binare, căutând să împace dogmele biblice cu progresele științei, pe lângă idei exacte despre răspândirea animalelor și plantelor în legătură cu clima și despre mijloacele lor de dispersiune, avea să exprime și naivități de neconceput. Pentru autorul celebrei *Systema Naturae*, toate plantele și animalele trăiau odinioară în Paradis, o insulă pe ecuator în care se afla un munte înalt oferind viețuitoarelor, dela poale spre vârf pe un spațiu foarte limitat, toate condițiile climatice. Din acest Eden biologic, speciile s'au răspândit pe tot globul, când marea s'a retras și insula s'a unit cu continentul.

P. S. PALLAS (1741—1811) naturalist german, stabilit în Rusia pe timpul împărătesei Caterina a II-a, în opera sa *Zoogeographia Rosso-asiatica*, 1831, pune distribuția geografică a organismelor în legătură cu condițiile climatice. El caută să stabilească care sunt Mamiferele comune Americii și Lumii Vechi și atribuie «comunitatea» de faună legăturii ce a existat între aceste continente prin Insulele Aleutine. De un mare interes sunt constatările lui relative la animalele marine din mările și lacurile Asiei. Explică asemănarea dintre fauna M. Caspice și aceea a M. Negre, prin legătura anterioară dintre acele mări. Pentru prima oară el explică și prezența animalelor marine în lacurile interioare, prin unirea acestora cu marea în epocile geologice anterioare. Totuși prezența focelor în L. Baical o atribuie fie «*modificărilor suprafeței pământului, fie unor extraordinare și rare întâmplări*».

ALEX. VON HUMBOLDT (1769—1859) spirit universal, stilist strălucit ca și BUFFON și, neobosit călător mai ales în «țările echinoxiale», este considerat creator al geografiei vegetale. După părerea lui ENGLER, von HUMBOLDT a fost primul (*Essai sur la Géographie des plantes*, 1807) care a arătat dependența plantelor de climă, punând la îndoială ipotezele asupra migrației. El introduce în 1801 noțiunea foarte fecundă de *asociație vegetală*, aplicată de A. P. DE CANDOLLE (1820), și care formează baza fitogeografiei ecologice.

În timp ce botanistul suedez GEORG WAHLENBERG, emul al lui HUMBOLDT, explica repartitia plantelor numai prin influența factorilor climatici, englezul K. WILDENOW (*Grundriss der Kräuterkunde*, 1792) atribuia repartitia discontinuă a unor vegetale, în regiunile în care trăiesc astăzi, faptului că aceste regiuni, în prezent separate prin oceane, au fost odinioară unite, de ex. Nordul Americii cu Europa. Alt botanist englez ROBERT BROWN (1773—1858) în 1825 introduce în fitogeografie un punct de vedere nou, căutând să stabilească raporturile de afinitate dintre plantele unor regiuni și întinderea arealelor grupelor înrudite.

O importanță deosebită pentru biogeografie, însă nu directă, ci mai ales prin răsunetul ei asupra lui EDW. FORBES, J. D. HOOKER, A. P. DE CANDOLLE și CH. DARWIN, a avut celebra operă a lui CH. LYELL (1797—1875) *Principles of Geology* (1830—1833), în care acesta a susținut cu un remarcabil talent teorie cauzelor actuale. După el, răspândirea geografică a ființelor organizate ar fi determinată numai de modificările climatice și geografice. El lasă pe un plan secundar factorul istoric, dar observă că fauna M. Caspice nu se poate înțelege, fără să admitem o legătură anterioară între această mare și M. Neagră, idee exprimată în același timp și de PALLAS.

EDWARD FORBES, în opera sa fundamentală din 1846 (*On the connexion between the Distribution of the existing fauna and flora of the British Isles, and the geological changes which have affected their area, especially during of the northern Drift*), pleacă dela principiul că fiecare specie s'a răspândit pe pământ dintr'un centru unic primitiv și conchide că în marea lor majoritate

flora și fauna britanică provin din alte regiuni (Scandinavia, Franța, Spania), de unde au migrat pe uscat în insulele Britanice, grație legăturilor continentale anterioare. El distinge în insulele Britanice urmele a cinci flore și faune care s'au succedat din Miocen și până în prezent. Punctul de vedere era pur geologic, dar și foarte fecund în același timp. FORBES însă s'a folosit prea des, a abuzat chiar de ipotezele *punților intercontinentale* și a continentelor dispărute, ceea ce i-a atras critica lui DARWIN.

În istoria fitogeografiei genetice, din epoca predarwiniană, un loc de primul rang îl ocupă opera clasică a lui ALPHONSE P. DE CANDOLLE (1806—1893) *Géographie botanique raisonnée* (1855) în care acesta susține clar că scopul de căpetenie al geografiei botanice este de a arăta ce rol joacă în distribuția actuală a plantelor influența climei prezente și ce rol condițiile trecute. El introduce și discută critic noțiunea de *areal disjunct*, împarte pentru prima oară pământul în regiuni climatice, după umezeală și temperatură, le caracterizează în trăsături largi distingând următoarele categorii de plante: *megaterme*, *xeroterme*, *mesoterme*, *microterme* și *hegistoterme*.

LUDWIG SCHMARDA, profesor la universitatea din Graz, în marea sa lucrare: *Die geographische Verbreitung der Tiere* (1853), prelucrează un material zoogeografic enorm. Pe lângă o foarte amplă parte ecologică-zoogeografică, opera sa cuprinde și o privire generală asupra diferitelor faune și asupra repartiției lor în cele nu mai puțin de 21 regiuni zoogeografice terestre și 10 regiuni marine. Aceasta face ca lucrarea lui SCHMARDA să piardă mult din claritate. Împărțirea regională la care aveau să se oprească SCLATER și WALLACE, mai târziu, va constitui un real progres față de aceia a lui SCHMARDA, însă acesta pornește — cum a arătat recent SVEN EKMAN — dela un punct de vedere clar zoologic și de aceea diviziunea propusă de el — deși mai puțin clară — este principial mai justă. De pildă el separă fauna europeană de pădure, de fauna stepelor Rusiei meridionale și o reunește cu cea a Asiei occidentale: « Înțelegerea sa clară pentru zoogeografie, ca știință independentă, se vedește net atunci când el reunește Europa nordică, Tundra, și Pădurea siberiană cu nordul Americii de nord, într-o regiune comună numită de el « ținuturile polare ». Aceste ținuturi vor forma nucleul *regiunii holarctice* de mai târziu a lui A. HEILPRIN.

CHARLES DARWIN (1809—1882), în opera sa capitală *The Origin of Species* (1859) — care înseamnă cea mai importantă piatră de hotar pentru istoria Evoluționismului și un punct de plecare decisiv pentru orientarea biogeografiei pe cale genetică — consacră distribuției geografice a viețuitoarelor două capitole în care arată clar influența *obstacolelor naturale* (ape, pustiuri, lanțuri de munți) asupra distribuției geografice și importanța lor pentru formarea speciilor endemice și a faunelor izolate. El insistă de asemeni asupra relațiilor dintre viețuitoare și mediu, asupra posibilităților de colonizare a teritoriilor noi și a insulelor oceanice prin *migrație activă* sau *transport pasiv*. DARWIN

dă astfel un impuls și zoogeografiei ecologice. Însă răspândirea geografică a organismelor, în care el vede încă o dovadă incontestabilă a evoluției, nu-l preocupă decât ca argument în sprijinul tezei sale principale.

J. DALTON HOOKER (1817—1911) unul dintre cei mai străluciți sistematicieni și fitogeografi, avea să contribuie într-o largă măsură la orientarea fitogeografiei pe cale genetică mai ales prin opera sa *On the flora of Australia its origins, affinities and distribution* (1859). El a participat ca medic și botanist la expedițiile vaselor « *Erebus* » și « *Terror* » (1840—1843) sub conducerea lui JAMES ROSS și a studiat colecțiile lui CH. DARWIN adunate din insulele Galapagos. HOOKER a consacrat lucrări speciale florelor insulare, atât de interesante din punct de vedere epiontologic. În operele sale asupra florei Tasmaniei (1860—1863) — apărute înaintea operei lui A. R. WALLACE, *Island life* (1880) — stăruie mult asupra endemismelor insulare, pe care le consideră ca provenind din transformarea imigranților continentali din epocile când insulele erau unite cu continentele. El atrage atenția pentru prima oară, și asupra rolului factorilor biotici, în special a Insectelor, în răspândirea plantelor.

Între 1858 și 1899, adică trei ani după apariția operei lui SCHMARDA, ia un avânt considerabil zoogeografia ca știință independentă. Impulsul în direcția regională și genetică aveau să-l dea operele lui SCLATER și ale lui WALLACE, care vor face epocă în această privință. În această perioadă MORITZ WAGNER (1813—1887) într-o serie de lucrări de nuanță darwinistă (*Die Entstehung der Arten durch räumliche Sonderung, Die darwinsche Theorie und das Migrationsgesetz* și *Über den Einfluss der geographischen Isolierung und Kolonienbildung auf die morphologischen Veränderungen des Organismus*) emite teoria pur biogeografică a migrației sau a izolării geografice ca factor capital al evoluției. Ideile lui WAGNER au inspirat de sigur filosoful nostru, atât de pe nedrept uitat, V. CONTA, capitolul despre « Emigrație » din opera sa *Origina speciilor*.

După părerea lui I. PUZANOV (*Zoogeografie*, 1938, în limba rusă) cel care a contribuit mai mult în această epocă la orientarea pe făgaș genetic a zoogeografiei, după Darwin, este geologul elvețian L. RUTIMEYER (*Über die Herkunft unserer Tierwelt*, 1867). Acesta distinge, pe continente, faune de vârste diferite. Astfel, el consideră ca relice din fauna mesozoică Monotremele, Marsupialele și Păsările acarinate care trăiesc în extremitățile sudice ale continentelor, presupunând că acestea au fost odinioară unite pentru a forma continentul Antarctic. Populația animală a Africei, Eurasiei și Americii de nord, aparține, după el, faunei terțiare și anume: fauna africană, mai veche, este un amestec de fauna eocenă și miocenă, cea indiană este miocenă ca și fauna Americii de sud, fauna europeană și central-americană sunt mai tinere, datând din Pliocen, iar cea mai tânără faună, rămasă neschimbată din perioada glaciară până azi, este cuprinsă în regiunea circumpolară boreală. După RUTIMEYER marea este leagănul vieții fiindcă adăpostește cea mai veche faună, din care a derivat fauna de apă dulce și fauna terestră.

P. L. SCLATER dă în 1858 (*On the general distribution of the clas Aves*) prima împărțire mai clară a globului în 7 regiuni zoogeografice (palearctică, pacifică, etiopiană, indiană, australiană, pacifică nearctică și neotropicală). Însă le grupează geografic în două regiuni mari, *Paleogea* (Lumea Veche) și *Neogea* (Lumea Nouă), adoptate de ANDREW MURRAY (*The geographical distribution of Mammals*, 1866) și păstrate și de WALLACE (1876) deși SCLATER însuși (*The geographical distribution of Mammals*, 1874) renunțase la ele. Reunirea celor două Americi într'o singură unitate, a Australiei cu Asia, precum și separarea nordului Americii de nord de Asia septentrională, erau complet nejustificate din punct de vedere al afinității faunelor.

În 1868 TH. HUXLEY (*On the classification and distribution of Alectromorphae and Heteromorphae*) bazat pe răspândirea acestor grupe de Păsări și pe aceea a Mamiferelor, reunește *Paleogea* — exceptând Australia — cu America de Nord într'o mare regiune *Arctogea* (Lumea de Nord) pe lângă care păstrează *Neogea* în înțelesul de Lumea de Sud (Australia și America de Sud).

Astăzi se admit trei superregiuni (regiuni sau lumi): *Arctogea* (Eurasia, Africa și America de Nord până la Mexico), *Notogea* (Australia și insulele mari ale Sundeii) și *Neogea* (America de Sud și Centrală). Această din urmă mare regiune nu este deci identică cu *Neogea* lui SCLATER nici cu aceea a lui HUXLEY. De remarcă este că în 1890, W. BLANFORD, împărțise deja globul în trei mari regiuni, *Arctogea* (pe care o menține după HUXLEY), *regiunea australiană* și *regiunea sudamericană*.

ALFRED RUSSEL WALLACE (1823—1913) în lucrarea sa *On the tendency of varieties to depart indefinitely from the original type* (1858), exprimă clar ideea, cu un an înainte de DARWIN, că lupta pentru existență și selecția celor mai înzestrați constituie factorul principal al evoluției.

El ajunge la această convingere studiind răspândirea geografică a animalelor din Arhipelagul malaez, unde călătorește în 1854, publicând rezultatele bogate ale călătoriei în opera sa *The malay archipelago* (1872). Ca și DARWIN — pe care îl recunoaște ca maestru — WALLACE a fost inspirat de ideile lui TH. MALTHUS (*Principles of Population*). Preocuparea sa de căpetenie a fost distribuția geografică a animalelor pe care o explică genetic, evoluționist, ținând seamă de datele paleontologice ale epocii. Alături cu SCLATER, el este fondatorul zoogeografiei regionale. În opera sa capitală (*The geographical distribution of animals*, 1876) el analizează amănunțit repartiția geografică a animalelor terestre, după origina și proveniența genurilor și speciilor, preocupându-se în special de a caracteriza regiunile zoogeografice. WALLACE (*Island life*, 1880) distinge pentru prima oară insulele oceanice de cele continentale și arată în amănunte popularea insulelor. În genere el a dat o importanță mai mică factorilor ecologici în răspândirea Vertebratelor terestre, exceptând influența barierelor naturale. De răspândirea animalelor acvatice, afară de Pești și Moluște, WALLACE nu s'a ocupat. În ceea ce privește regiunile zoogeo-

grafice, el rămâne la cele stabilite de SCLATER, cu deosebire că înglobează regiunea pacifică a acestuia, ca subregiune în cea australiană. Regiunile zoogeografice ale lui WALLACE se mențin până azi și sunt următoarele:

I. *Regiunea palearctică* (Europa, nordul Africii până la munții Atlas, Asia nordică și centrală); II. *Regiunea etiopiană* (Africa la sud de Atlas), sudul Arabiei, Madagascar și insulele Mascarene); III. *Regiunea indiană* (India, sudestul Asiei și insulele mari ale Sundei); IV. *Regiunea australiană* (Australia, Noua Guinee, Noua Zeelandă, Polinezia și partea răsăriteană a Arhipelagului indo-australian); V. *Regiunea nearctică* (America de Nord din Groenlanda până la Mexico); VI. *Regiunea neotropicală* (America centrală, America de Sud și insulele Antile).

În 1882, A. HEILPRIN (*On the value of nearctic as one of the primary zoological regions*) reunește regiunea nearctică și cea palearctică în *regiunea holarctică*, ceea ce este justificat din punct de vedere al afinității faunistice.

Unii zoogeografi mai adaugă la regiunile lui SCLATER și WALLACE încă două. Prima este *regiunea arctică*, cuprinzând părțile de nord ale regiunii holarctice, și corespunde cu așa numita « provincie circumpolară » a lui A. WAGNER (*Die geographische Verbreitung der Säugetiere*, 1844). Iar a doua este *regiunea antarctică*, înglobând continentul Antarctic și insulele vecine.

În lucrărilor lor clasice, SCLATER și WALLACE, divid regiunile zoogeografice în câte patru subregiuni. Prin numărul acestora, de 24, ele amintesc pe cele 21 regiuni ale lui SCHMARDA și cele 26 regiuni ale lui LACEPÈDE. Asupra limitelor mai mult politice, ale unor subregiuni stabilite de SCLATER și WALLACE au atras încă de mult atenția, mai mulți zoogeografi, între care G. RADDE (1862), H. J. ELWES (1873) și N. SEVERTZOV (1873, 1877), întemeietorul zoogeografiei rusești.

SVEN EKMAN (*Begründung einer statistischen Methode in der regionalen Tiergeographie*, 1940) bazat pe lucrările acestora și pe lucrarea din 1899 a lui P. SCLATER și a fiului său W. SCLATER (*The geography of Mammals*) arată delimitarea artificială, în contradicție cu datele faunistice, a subregiunii europene și a celei nord-asiatice în interiorul regiunii palearctice. Dacă mai ales lucrarea lui SEVERTZOV din 1877, scrisă în limba rusă (*Despre regiunile zoologice ale părților extratropicale din continentul nostru*) ar fi fost tradusă în limba germană mai de vreme de 1921, atunci reunirea nenaturală a faunei de pădure cu cea de stepă și delimitarea artificială a acestor subregiuni, nu s'ar mai fi perpetuat în lucrările unor zoogeografi ca BEDDARD, LYDEKKER, MEISENHEIMER și PAX, asupra cărora — cum remarcă SVEN EKMAN — autoritatea lui WALLACE s'a exercitat prea puternic.

Răspândirea geografică a animalelor marine — ca și cea a animalelor dulcicole — a fost mai puțin studiată decât cea a animalelor terestre. Progresele realizate în domeniul zoogeografiei marine sunt legate, pe de o parte

de întemeierea stațiunilor de biologie marină din Franța și dela Napoli, din inițiativa lui H. de LACAZE-DUTHIERS (1821—1901) și a lui A. DOHRN (1840—1909), iar pe de altă parte de organizarea expedițiilor oceanografice, între care cea mai celebră a rămas cea a vasului « CHALLENGER » (1872—1876) sub conducerea lui JOHN MURRAY și a lui WYVILLE THOMSON. Progresele în acest domeniu au mers mână în mână cu dezvoltarea tot mai mare a oceanografiei în secolul al XIX-lea și al XX-lea.

Între primii pioneri ai zoogeografiei marine, din epoca predarwiniană, pot fi socotiți L. AGASSIZ (1807—1873), DANA (1813—1895) și WOODWARD. Primul, continuator al lui G. CUVIER, pe baza lucrărilor sale asupra Moluștelor, Echinodermelor și a Peștilor fosili, împarte globul (1854) în zone corespunzând aproximativ cu cele climatice, în care distinge subdiviziuni cu totul arbitrar. DANA în urma studiilor sale asupra Coralierilor (1848) și asupra Crustaceilor (1852) divide oceanul în provincii zoogeografice, pe baza principiului climatologic și topografic. WOODWARD amintește de SCHMARDA în privința metodei întrebuintate pentru repartizarea regională a Moluștelor (1856). Cu toate că pomenește uneori de « barierele naturale », el împarte globul, în mod arbitrar, în 21 provincii marine și 27 continentale, fără să țină seama de condițiile ecologice.

Niciunul din acești inițiatori ai zoogeografiei marine, cum era și firesc, n'au ținut seama de principiul genetic. Abia cu K. SEMPER (1832—1893) și cu AL. AGASSIZ (1835—1910) începe să-și facă loc acest principiu în zoogeografia oceanică. Primul încearcă să explice răspândirea geografică a Holoturiilor pe baza raporturilor de înrudire ale acestora. El distinge net centrele de dezvoltare a speciilor și răspândirea lor ulterioară prin migrație, neuitând să se refere și la condițiile geologice anterioare. Prin lucrările lui AL. AGASSIZ, care a luat parte la o serie întreagă de expediții oceanografice, zoogeografia marină intră într-o nouă fază. Acesta a studiat răspândirea Meduzelor, Viermilor, Echinodermelor și Peștilor din America precum și fauna abisală. În special studiul asupra Echinidelor (*Revision of Echini*, 1872) constituie un punct culminant în zoogeografia marină. Regiunile zoogeografice stabilite de el sunt clar caracterizate, bine delimitate, deși el n'a intrat în discuția condițiilor ecologice.

În 1880 A. GÜNTHER, publică la Edinburg o foarte valoroasă lucrare asupra Peștilor, de apă dulce, salmastră și marină.

În mare distinge trei categorii de Pești, litorali, pelagici și abisali, dând repartitia numai pentru speciile de apă dulce și litorale. GÜNTHER împarte oceanul pe baza răspândirii speciilor litorale în 5 zone: zona oceanului Arctic, zona nord-temperată, zona ecuatorială, zona sud-temperată și zona oceanului Antarctic. Afară de prima și ultima zonă, celelalte le împarte în regiuni foarte bine delimitate. În ceea ce privește populația acestor regiuni el distinge trei feluri de forme sau tipuri: « tipuri vechi », « specii autohtone » și « imigranți din alte regiuni ».

Impărțirea propusă de GUNTHER se aplică de asemeni la Moluște, Crustacei și Echinoderme, căci regiunile lui sunt, sub alte nume, identice cu cele ale lui DANA, AGASSIZ și WOODWARD, cum foarte bine observă E. TROUESSART (*La distribution géographique des animaux*, 1922).

Acesta din urmă în lucrarea sa din 1890, *La géographie zoologique*, se ocupase de răspândirea animalelor de apă dulce, aeriene și marine și de condițiile habitatului în care ele trăiesc. În ceea ce privește distribuția geografică a animalelor terestre el adoptă regiunile lui WALLACE, cărora le aduce unele modificări mai mult de ordin subiectiv. Răspândirea animalelor marine este foarte sumar tratată și districtele atât de importante ca pelagialul și abisalul sunt menționate ca un fel de anexă la care reunește în chip cu totul nelogic — după părerea lui ORTMANN — faunele munților înalți, faunele lacustre și cavernicole.

MOSELEY și RENARD (1891) disting sedimentele abisale în *pelagice* și *terigene*.

Câtiva ani mai târziu WALTHER (*Bionomie de Meeres*, 1893), PRUVOT (*Conditions générales de la vie dans les mers*, 1896) și ORTMANN (*Grundzüge der marinen Tiergeographie*, 1896) stabilesc rolul factorilor ecologici în răspândirea geografică a organismelor. Primul introduce noțiunea de *district biologic* (Lebensbezirk), împarte marea în districte și în « facies-uri », pe care PRUVOT le studiază magistral la Roscoff și Banyuls. Acesta divide domeniul marin în trei « sisteme » (litoral, pelagic și abisal), iar sistemul pelagial în trei districte (neritic, oceanic diafan și oceanic afotic).

ORTMANN în extrem de concisa dar cuprinzătoarea sa lucrare, care formează baza zoogeografiei marine, arată condițiile care determină sau împiedecă răspândirea animalelor marine, mijloacele de răspândire ale lor și găsește că temperatura este unul dintre cei mai importanți factori determinanți ai răspândirii geografice a acestor animale. El arată că limita dintre regiunile tropicale și cele temperate din zona boreală sau australă, trebuie să fie trasă aproximativ dealungul izotermei de 20° temperatură anuală medie a apei, adică acolo — zice el — unde amplitudinea variațiilor anuale de temperatură a devenit atât de mare, încât viața organismelor tropicale, deprinse să trăiască în apă constant caldă, să fie imposibilă. Acest autor nu trece cu vederea nici influența condițiilor geologice asupra răspândirii animalelor marine, precum nici chestiunea *relictelor* și cea a *bipolarității* faunei abisale. Bazat pe răspândirea geografică a Crustaceelor decapode, împarte întinderea mării din emisfera nordică până în cea sudică în zone, regiuni și subregiuni. I. *Zona nordică*, în sistemul său, cuprinde regiunile: 1) *arctică-litorală* (cu subregiunile arctică-circumpolară, atlantică-boreală, pacifică-boreală); II. *Zona circumtropicală* înglobează regiunile litorale: *indo-pacifică*, *Vest-americană*, *Est-americană*, *Vest-africană* (cu subregiunile mediteraneană și a Guineei); III. *Zona sudică* însumează

regiunile: 1) *antarctică-litorală* și *antarctică-pelagială* (cu subregiunile notală-circumpolară și antartică-circumpolară). Iar regiunile pelagiale sunt: indo-pacifică și atlantică.

HENSEN creează denumirea de plancton pentru organismele în suspensie, purtate pasiv de mișcările transgresive ale apei.

HAECKEL introduce termenul de *benton* (benthos) pentru animalele fixate sau libere de pe fund. La acestea se adaugă noțiunea de *necton* pentru animalele cu mișcări active. LOHMANN, LOBIANCO, STEUER studiază planctonul și răspândirea lui. După talie planctonul este împărțit în *nano-micro-mezo-* și *macro-plancton*. Asociația pelagială este împărțită în două grupe de animale: *holopelagice* și *meropelagice* după cum ele sunt toată viața pelagice sau numai în timpul vieții larvare.

De curând cunoscutul zoogeograf suedez SVEN EKMAN, într-o lucrare a sa fundamentală, *Tiergeographie des Meeres* (1935) se ridică împotriva celor care stabilesc întâi regiuni zoogeografice și apoi repartizează în ele unitățile sistematice sau faunele.

Plecând ca odinioară SCHMARDA, dela un punct de vedere empiric, mai natural, deși poate mai puțin clar, acest autor caută să tragă limitele între diversele faune, în loc să le repartizeze pe acestea după granițele climatice — cum făcuse ORTMANN. Totuși EKMAN nu pierde din vedere chestiunea corespondenței dintre limitele faunistice și cele climatologice, cercând să stabilească în ce măsură aceste limite corespund unele cu altele. Compulzând un material faunistic extrem de bogat, litoral, pelagic și abisal, EKMAN împarte lumea animalelor marine a globului în următoarele unități: fauna litorală-tropicală (indo-vestpacifică și americană tropicală), fauna atlantică-mediterană și sarmatică, fauna temperată nordpacifică și fauna arctică; iar în emisfera australă, la sud de tropice, distinge următoarele unități faunistice: fauna sudaustraliană și neozeelandeză, fauna peruană-nordchileană, și faunele reci (kerguelenică, sudamericană-antiboreală și antarctică). Delimitatea acestor unități faunistice este de sigur foarte greu de stabilit și împărțirea la care se oprește EKMAN nu poate și nu trebuie în genere — cum zice el singur — să se bazeze pe o bază taxonomică — geografică; fiindcă regiunile principale de repartiție a faunei marine, bentatul și pelagialul, apa superficială și adâncul, sunt ținuturi biocenotice. În interiorul acestor regiuni însă răspândirea animalelor trebuie să fie tratată din punct de vedere dominant taxonomic. EKMAN stăruie mai puțin asupra influenței factorilor ecologici, însă nu pierde din vedere pe acea a barierelor geografice și a condițiilor geologice. Endemismul și problema *submergenței ecuatoriale* în legătură cu *bipolaritatea* faunei abisale îl preocupă constant.

K. MÖBIUS (*Die Auster und die Austerwirtschaft*, 1877) creează noțiunea de *biocenoză* (Lebensgemeinschaft), iar FR. RATZEL (*Der Lebensraum*, 1901) pe cea de *spațiu vital* (Lebensraum) sau *biotop*. Ei dau astfel un impuls nou

biogeografiei ecologice sau ecologiei (termen datorit lui HAECKEL). Curentul ecologic în biogeografie se accentuează mai mult prin lucrările lui FR. DAHL (*Grundlagen einer oekologischen Tiergeographie*, 1923) și R. HESSE (*Tiergeographie auf oecologischer Grundlage*, 1924). Acesta din urmă introduce noțiunea de *valență ecologică*, prin care înțelege capacitatea de adaptare a organismelor la condițiile mediului înconjurător, și deci forța lor de expansiune geografică.

Geneticianul și biologul francez L. CUÉNOT consacră geonemiei (populării globului) o parte importantă din cunoscuta sa operă, *La genèse des espèces animales* (1921), iar asociațiilor animale din habitatul acvatic și terestru destinează două capitole, în DE MARTONNE (*Traité de géographie physique*, V. III, 1925). Nu pot fi trecute cu vederea, în această privință, cartea lui E. L. TROUESART, *Géographie zoologique*, 1922 și lucrările de vulgarizare superioară ale lui JOUBIN (*La vie dans les océans*, 1912) și GERMAIN (*La vie des animaux à la surface des continents*, 1924). De asemeni E. HENTSCHEL, consacră biologiei și răspândirii organismelor în mediul acvatic, o deosebit de importantă lucrare, *Grundzüge der Hydrobiologie*, 1923.

Progrese rapide face și zoogeografia lacustră și fluviatilă dela fondarea limnologiei de către F. A. FOREL, (*Le Léman*, 1892—1904) și dezvoltarea acestei științe în cursul secolului nostru. Prin lucrările lui LÉGER și ale școalei lui din Franța, ale lui ZSCHOKKE și colaboratorilor săi în Elveția, ale lui LAUTERBORN, THIENEMANN, KOLKWITZ, RUTTNER, HAEMPEL și alții în Germania, ale lui NAUMANN, EKMAN și alții în Suedia, ale lui WESENBERG-LUND și elevilor săi în Danemarca, BEHNING, VERESCIAGHIN, RYLOV în Rusia, ANTIPA în România, RINA MONTI, POLIMANTI și alții în Italia, și prin întemeierea diferitelor stațiuni limnologice, răspândirea organismelor de apă dulce este din ce în ce mai bine cunoscută. Origina lacurilor (DELBÈQUE, COLLET), clasificarea lor în *oligotrofe*, *eutrofe* și *distrofe* (THIENEMANN, NAUMANN), zonele piscicole și adaptațiile organismelor torenticole (STEINMANN), origina și biologia faunei de apă dulce (PELSENEER, WESENBERG-LUND, LAUTERBORN și alții) productivitatea apelor dulci (WALTER, LÉGER, ANTIPA, SCHÄPERKLAUS, etc.) sunt probleme care interesează tot mai mult, contribuind la progresul biogeografiei.

La determinarea unui curent ecologic, un rol de prima mână îl are A. THIENEMANN, prin lucrările sale. El definește conținutul ecologiei generale ca știință și țelurile ecologiei (*Grundzüge einer allgemeinen Oekologie*, 1939 și *Vom Wesen der Oekologie*, 1942).

O serie de alți cercetători (KLAAUW, FREDERICUS, LENZ, REMANE, DOTTERWEICH, etc.) plecând dela un punct de vedere teoretic sau practic contribuie prin lucrările lor la descifrarea raporturilor dintre organisme sau asociațiile de organisme și mediul cosmic sau biotic. *Autecologia* și *sinecologia* sau *biocenotica* devin părți integrante din biogeografie.

Prin studiile lor asupra condițiilor de viață și a colonizării domeniului subteran, RACOVITZĂ, ABSOLON, CHAPPUIS și alții, n'au contribuit numai la progresul Speologiei — știință care își datorește lui Racovitză numele ei, — ci și la propășirea biogeografiei. Peșterile amintind, prin izolarea lor, de insule, prezintă un mare interes pentru biogeografie și biologie.

Deși fitogeografia nu se poate despărți de zoogeografie, fiind în cel mai strâns contact, cum sunt legate intim între ele viața și răspândirea animalelor de acele ale plantelor, pentru mai multă claritate, am lăsat, dela epoca lui HUMBOLDT încoace, fitogeografia în suspensie, ca să arăt apoi în mod succint și tendințele care și-au făcut drum în această știință.

Orientarea fitogeografiei în direcția ecologică se datorește în primul loc creatorului ei ALEX. V. HUMBOLDT și în al doilea loc lui AUGUST GRISEBACH (1814—1879) profesor de istorie naturală la Göttingen. Acest autor (*Vegetation der Erde nach ihrer klimatischen Anordnung*, 1872), ca și primul, accentuează mai ales asupra influenței factorilor edafici și climatici în repartiția plantelor.

El introduce în fitogeografie noțiunea de *formație vegetală* în locul celei de *asociație vegetală*. Formații vegetale în sensul lui GRISEBACH sunt, Tundra, Savana, Preria, Pampasele, Stepă, Pustiul, noțiuni mai mult geografice decât biogeografice. Foarte mulți fitogeografi acceptă denumirea de formație vegetală, pe când zoogeografii sunt pentru cea de asociație (biocenoză) în sensul lui V. HUMBOLDT. Numai recifi coralieri sunt comparabili cu formațiile vegetale. Însă după cum pădurea de foioase din zona temperată este o formație vegetală compusă din alte esențe decât pădurea tropicală, tot astfel recifi coralieri din nordul Australiei sunt, din punct de vedere biocenotic și ecologic, *formații biologice* compuse din alte genuri și specii decât cei din Atlanticul de Vest.

Foarte fecundă pentru fitogeografie și fitosociologie a fost noțiunea de *tip biologic* sau *formă biologică*, introdusă de botanistul danez C. RAUNKIAER (*Types biologiques pour la Géographie botanique*, 1905). Acest autor grupează Fanerogamele din regiunile noastre în 5 tipuri biologice, *fanerofite*, *chamefite*, *hemicriptofite*, *criptofite* și *terofite*, după gradul și modul de protecție a mugurilor și vlăstarilor tineri, în timpul perioadei de repaos (iarna) precum și după poziția lor față de sol. Prin cercetări statistice el stabilește așa numitul *spectru biologic*, adică procentul tipurilor biologice dintr'un grup sau ținut floristic dat.

Fitogeografia și Fitosociologia au luat un avânt considerabil în urma aplicării acestor noțiuni și a acelei de *strat* (arborescent, arbustiv, erbaceu, muscinal), a studiilor tot mai aprofundate asupra asociațiilor sau formațiilor vegetale, terestre și acvatice (WARMING, VAHL, SCHIMPER, GRABNER, DRUDE, DIELS, BROCKMANN-JEROSCH și RUBEL), precum și a cercetărilor asupra evoluției și dinamicii asociațiilor, în care, Americanii și Englezii (CLEMENTS, COWLES, MOSS, TANSLEY, CRAMPTON) au fost primii pionieri, urmași de ALLORGE, CHODAT, KUNIHOLZ-LORDAT, CHOUARD, etc.

Metoda ridicărilor fitosociologice, după gradul de *fidelitate*, *cantitatea* și *sociabilitatea* speciilor, datorită mai ales lui BRAUN-BLANQUET și PAVILLARD, combinată cu stabilirea spectrului biologic și distincția stratelor, permit să se definească azi asociațiile vegetale aproape tot atât de precis ca și categoriile sistematice.

Unii fitogeografi suedezi (DU RIETZ, HANNERZ, TUNMARK, LIPPMAA, VAARMAA) au modificat de curând sistemul fitosociologic al școalei lui BRAUN-BLANQUET, cu privire la asociațiile acvatice. Astfel, așa numitului *Phragmition* în sensul lui BRAUN-BLANQUET, asociația largă în care se cuprind Nimfeidele, Elodeidele și Isoetidele, autorii suedezi îi substituie una mai restrânsă, « *sinusia* » sau « *federația* » *Phragmition*-ului cu dominantele *Phragmites*, *Typha*, *Scirpus lacustris*, *Sparganium*.

În locul sistemului hidrografic de împărțire a litoralului lacurilor și al mării în eulitoral și sublitoral, DU RIETZ (1938) propune un sistem biologic bazat direct pe vegetație. El distinge trei etaje (Stufen): etajul *Hidrobiontelor*, etajul *Geoamfibiontelor* și etajul *Eugeobiontelor*.

În direcția fitogeografiei regionale progresele realizate sunt mai puțin importante decât în fitogeografia ecologică și în zoologia regională. Motivele pentru care fitogeografia regională a rămas în urma zoogeografiei regionale, sunt următoarele: repartiția geografică a plantelor depinde intim de factorii geologici actuali, mai ales de sol și climă, și aceasta într-o măsură cu mult mai mare decât aceea a animalelor, a căror capacitate de migrație este superioară, în al doilea loc materialul paleontologic pe care se bazează fitogeografia este mult mai sărac decât cel zoopaleontologic, iar concepția despre migrație este mai puțin clară în fitogeografie decât în zoogeografie.

Reprezentantul cel mai de seamă al fitogeografiei floristice și climatologice A. GRIESEBACH (1872) împarte uscatul în 24 regiuni floristice, pe care C. DRUDE (*Pflanzengeographie*, 1890) le grupează în unități de ordin mai larg « *regnuri floristice* » (boreal, tropical, oceanic, austral), corespunzând cu zonele principale de vegetație, mai mult sau mai puțin paralele cu ecuatorul. Iar W. SCHIMPER (*Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage*, 1898) face să coincidă regiunile lui DRUDE cu cele climatice (arctică, temperată, tropicală).

CH. FLAHAUT (*Projet de nomenclature phytogéographique*, 1900), precum și BRAUN-BLANQUET (*Essai sur les notions d'élément et de territoire phytogéographiques*, 1919), divid învelișul vegetal al uscatului în grupe de regiuni, regiuni, domenii, sectoare, districte și stațiuni.

W. KOEPPEN (*Grundriss der Klimakunde*, 1913), atrage pentru prima oară atenția asupra unor izoterme foarte importante pentru delimitarea regiunilor biologice ale lumii vegetale. Astfel izoterma de 18° a lunii celei mai reci delimitează cel mai bine regiunea tropicală joasă, caracterizată prin căldură mare uniformă și cu oscilații anuale de mică amplitudine. Izoterma

de 22° a lunci celei mai calde constituie la nord și la sud limita regiunii mezo-termice, în care regiunea cea mai friguroasă prezintă o medie cuprinsă între 6° și 18°. Iar izoterma de 10° a lunii celei mai călduroase corespunde destul de bine cu limita arctică a vegetației forestiere.

După zonele termice ale lui KOEPPEN, se pot deosebi 6 zone de vegetație, destul de bine delimitate: I. *Zona arctică glacială și a Tundrei* (zona polară nordică a lui KOEPPEN); II. *Zona nordică rece a Coniferelor și Foioaselor, mlaștinilor și a pajiștilor*; III. *Zona nordică a plantelor lemnoase termofile și persistent verzi, a stepelor și a pusturilor* (zona constant temperată a lui KOEPPEN); IV. *Zona tropicală a formelor de vegetație persistent verzi sau cu înfrunzire periodică* (zona tropicală a lui KOEPPEN); V. *Zona sudică a Coniferelor, a arborilor constant verzi și a celor cu înfrunzire periodică, a tufișurilor persistent verzi, a arbuștilor spinoși și a stepelor uscate vara și VI. Zona antarctică a tufișurilor persistent verzi, a plantelor ierboase și a arbuștilor cu vegetație periodică* (zona sudică rece a lui KOEPPEN).

Dar flora, ca și fauna, pe lângă răspândirea *orizontală* la suprafața globului, are și o răspândire *verticală, etajată*, în regiunile muntoase. În urma cercetărilor lui H. CHRIST în Alpii elvețieni se disting în această privință trei etaje: *etajul pădurilor de foioase* (Fag, Carpen) dela 550 m până la circa 1350 m, *etajul pădurilor de Conifere* (Molid, Brad) dela 1350—1900 m, și *etajul pajiștilor alpine* dela 1900—3000 m, cu Jnepeni sau Arini albi (*Alnus incana*) după cum terenul este calcar sau silicios, cu Smirdari și plante alpine sau *oreofite* în sensul lui DIELS. Dela 2700 sau 3000 m în sus se întind zăpezile eterne cu foarte rare vegetale, trăind pe locurile libere de zăpadă (subetajul nival cu plante nivale).

Unii reduc aceste etaje la două: etajul pădurilor și etajul alpin. Limita superioară și cea inferioară a pădurii variază însă, după zonele climatice în care se cuprind lanțurile de munți. Dacă în Alpi limita superioară a pădurii este la 1800 sau 2250 m, în Anzii Columbieni urcă până la 2800 m, pe pantele sudice ale Himalaiei până la 3600 m iar în Tibet până la 4600 m. Spre ecuator limita inferioară a pădurii se urcă iar spre pol se coboară. Astfel în Norvegia arctică (74° L.N.) pădurea coboară până la 260 m.

Primele idei privitoare la influența condițiilor trecute asupra repartiției plantelor le-a exprimat K. L. WILLDENOW, însă curentul genetic în fitogeografie a fost determinat mai ales de către de CANDOLLE și HOOKER.

Pe lângă operele acestora, menționate mai sus, un punct culminant în dezvoltarea epiontologiei îl ocupă monumentală operă a lui A. ENGLER, *Versuch einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt, insbesondere dem Florenreich seit der Tertiärperiode* (1879—1882). ENGLER a încercat să reconstituie istoria regnelor floristice pe baza listelor floristice critic prelucrate, a monografiilor sistematice, a discuțiilor posibilităților recente de migrație, a florelor fosile și a rezultatelor zoogeografiei. Astfel fitogeografia genetică a

căpătat un nou impuls. În această direcție sunt de menționat cercetările asupra migrației postglaciare a florei europene și mai ales a celei scandinave (STEENSTRUP, NATHORST, ANDERSON, SERNANDER, WARMING, etc.); cele asupra turbăriilor din nordul Germaniei (WEBWER, NEHRING, POTONIÉ, RUNGE, STOLLER și alții) sau din Anglia (LEWIS, REID, PENGELLY); cercetările asupra elementului arcto-alpin și asupra perioadei xeroterme postglaciare (WETTSTEIN, CHRIST, CHODAT, PAMPANINI, JACCARD, BRIQUET, DIELS, FRÜH, MARIA JEROSCH, BROCKMANN-JEROSCH, etc.) precum și acele asupra resturilor fosile de plante preistorice, (HEER, HOOPS, NEUWEILER, etc.).

În America, fitogeografii ecologiști (COWLES, CLEMENTS) au introdus un punct de vedere foarte rodnic în Sinecologie, punând în legătură succesiunea asociațiilor vegetale cu acea a evenimentelor geologice și contribuind astfel la nuanțarea genetică a însăși fitogeografiei ecologice.

Lucrările lui CH. FLAHAUT, BRAUN-BLANQUET și mai ales ale lui ENGLER au condus la diviziunea regională a Pământului în unități fitogeografice. Acesta din urmă împreună cu DIELS au dat precădere factorului genetic în stabilirea celor 6 *regne floristice* de primul ordin, care, corespunzând destul de bine cu cele faunistice, reprezintă tot atâtea centre de evoluție a formelor. Ei împart regiunile mari floristice în *ținuturi* (Gebiete) caracterizate mai mult fizionomic, după vegetație, ținuturile în *provincii* (după caracterul climatic) și pe acestea în *subprovincii*.

Actualmente se admit următoarele regiuni floristice: I. *regiunea holarctică*, cuprinzând zona rece, temperată și subtropicală a întregii emisfere boreale, II. *regiunea paleotropicală*, cuprinzând zona tropicală a Lumii Vechi, III. *regiunea neotropicală*, înglobând America centrală, cea mai mare parte din America de Sud și ins. Antile, IV. *regiunea Cap*, cea mai redusă ca întindere, totuși justificată prin independența florei sale, V. *regiunea australiană*, cuprinzând mai toată Australia și Tasmania și formând o regiune aparte ca și acea a Capului și VI. *regiunea antartică*, cuprinzând sudvestul Americii de Sud la sud de 50° L. S. precum și continentul antarctic.

O încercare de a explica — pe lângă unele fapte geologice și geofizice — răspândirea geografică a organismelor este acea a lui H. SIMROTH. Bazat pe REIBISCH, el admite (*Die Pendulationstheorie*, 1907) că, afară de axa de rotație, Pământul ar mai avea și una de pendulație ai cărei poli s'ar afla în Sumatra și Ecuador. Planeta ar pendula, extraordinar de încet în jurul acestei axe; oscilațiile ei având 10 până la 40°, ar corespunde cu erele geologice. Polii de rotație s'ar mișca așa dar încet încolo și înapoi, pe așa numitul «cerc de pendulație» (*Schwingungskreis*). Acesta nu este decât meridianul — egal depărtat de polii de pendulație — ce taie Europa și nordul Africii și coincide cu meridianul de 10° L. E. Grw.

După SIMROTH, în Paleozoic, Europa s'ar fi găsit într-o fază de pendulație polară, în Mesozoic într-o fază de pendulație ecuatorială, în Terțiar s'ar fi

apropiat din nou de pol, iar din Quaternar și până azi se depărtează mereu de pol. Această deplasare a axei de rotație determină o deplasare a uscatului și a mării, dar forma geoidului umflată la ecuator (axa ecuatorială depășește cu 40 km. axa polară) nu este dată de scoarța Pământului, prea tare, ci de conținutul lichid al oceanelor; rezultă deci că orice punct al globului când se apropie de pol se ridică din mare și invers. Pendulația ar determina după SIMROTH cele mai accentuate schimbări de climă pe cercul de pendulație, și cele mai slabe la polii de rotație. Or, cum Europa și Africa se află tocmai pe acest cerc, unde variația condițiilor externe este atât de mare, urmează că aceste continente sunt singurele centre pentru evoluția viețuitoarelor.

De aici, spre a se menține în aceleași climate, organisme au trebuit să iradieze spre estul sau spre vestul cercului de pendulație, la egală distanță. Astfel arealul unui organism se scindează în două părți, situate în puncte simetrice adesea foarte depărtate, cum ar fi Japonia și California. Astfel explică SIMROTH repartiția disjunctă a unor grupe de animale. Însă existența altor centre de evoluție (Australia, sudul continentelor, Asia centrală) contrazice teoria atât de îndrăzneată și de simplă.

De altfel ea este criticată de TH. ARLDT (*Die Entwicklung der Kontinente und ihrer Lebenswelt*, 1907), care a încercat să reconstitue condițiile paleogeografice ale globului terestru, pe baza unui material imens, privitor la răspândirea geografică actuală și trecută a animalelor, la legăturile continentale și la izolările ariilor geografice ale animalelor.

În sfârșit unii încearcă să explice distribuția geografică disjunctă a diferite grupe de animale prin teoria *translației continentale*, emisă de WEGENER în 1912. După această teorie, bazată pe izostăsie, masele continentale actuale ar fi fost, în Carbonifer, unite aproape într'un bloc omogen. Blocul era constituit de acea parte a litosferei căreia SUESS i-a dat denumirea de *Sial* (siliciu-aluminiu) cu o greutate specifică de 2,6. Către epoca Juristică Sialul începu să se disloce. Se desfăcu de bloc continentul antarctic; acesta trase după el partea sudică a Americii de Sud cu care rămase legat printr'o punte foarte subțire, care corespunde cu țara lui Graham și cu Antilele de Sud. În epocile următoare, prin lenta lunecare a Sialului peste *Sima* (siliciu-magneziu) continentele continuară să se disloce, pentru ca în Pliocen să ajungă aproape în poziția lor actuală, cu toate că Groenlanda era încă unită cu Europa. Translația Americii spre vest a permis formarea oceanului Atlantic, pe când Pacificul persistă pe o câmpie batipelagică uniformă și permanentă. Această teorie pare a satisface mai mult pe unii biogeografi decât acea a *punților intercontinentale* susținută de FORBES și JHERING.

Din această scurtă privire asupra diferitelor aspecte ale problemei răspândirii geografice a ființelor organizate, așa cum se reflectă ea în operele unora dintre cei mai mari biogeografi, reiese că ea a fost privită și studiată mai ales din două puncte de vedere. Unul, cel regional-statistic, a condus la stabi-

lirea asemănărilor și deosebirilor faunistice sau floristice dintre diversele regiuni în care a fost împărțită suprafața uscată și lichidă a globului. Iar altul, cel cauzal, caută să ajungă la explicarea cauzelor, actuale și trecute ale repartiției geografice, adică la stabilirea factorilor determinanți.

Biogeografia regională a început prin a împărți întâi Pământul în unități regionale și apoi a repartizat în interiorul lor fauna sau flora. Punctul de vedere geografic a avut precădere asupra celui faunistic sau floristic, deși trebuia să fie invers. Scopul principal al biogeografiei este de sigur caracterizarea faunistică sau floristică a acestor unități regionale după metoda statistică, însă această tendință, foarte exagerată mai ales la succesorii și discipolii lui WALLACE, a condus adesea la concluzii greșite, ceea ce a aruncat oarecare discredit asupra disciplinei și asupra metodei.

În ceea ce privește cauzalitatea repartiției geografice a ființelor viețuitoare constatăm că există două curențe în biogeografie: *curentul ecologic* și *curentul istoric* sau *genetic*. Unii biogeografi (SEVERTZOV, MÖBIUS, DAHL, HESSE — dintre zoologi — GRISEBACH, WARMING, DRUDE, BRAUN-BLANQUET, RUBEL, dintre botaniști) pun accentul mai mult pe acțiunea *factorilor ecologici* (climatici, edafici, hidrografici, biotici) în repartiția biocenotică și geografică a organismelor. Alții (FORBES, WALLACE, RÜTIMEYER, MENZBIR, SUSHKIN, de CANDOLLE, HOOKER, ENGLER, DIELS) scot în relief mai ales influența *factorilor istorici* sau *genetici* (modificările climei și ale configurației continentelor și mărilor în erele geologice trecute, înaintarea și retragerea ghețarilor, izolarea îndelungată a unor regiuni, vicisitudinile faunelor și florelor anterioare). Ei pun astfel în legătură prezentul cu trecutul, ca să ajungă în ultimă analiză la o *sinteză a istoriei lumii animale și vegetale*, sinteză care constituie după SVEN EKMAN (1935) scopul de căpetenie al biogeografiei.

Foarte recent SVEN EKMAN (1941) încearcă să transfuzeze un sânge nou biogeografiei regionale și statistice, arătând principiile și metoda pe care trebuie să se sprijine această disciplină, spre a ajunge la o împărțire corologică a continentelor și mărilor mai conformă cu realitatea. Pe bună dreptate el stăruie asupra importanței sistematice pentru biogeografie și asupra relațiilor dintre aceste discipline. În biogeografie este absolut necesară o împărțire a Pământului în unități biogeografice, net delimitate, după cum și în sistematică este indispensabilă clasificarea lumii organizate în categorii taxonomice precis conturate. Noțiunea de *areal* pentru biogeografie și cea de *specie* pentru taxonomie sunt — după EKMAN — punctele de plecare fundamentale. El admite teoretic concepția lui KLEINSCHMIDT (1926) și a lui RENSCH (1929, 1933) despre *rasele geografice*, precum și necesitatea de a se reuni rasele — care prin încrucișare produc urmași fecunzi în natură — în *cicluri de rase* spre a ne putea întemeia pe acestea în discuția problemelor de repartiție geografică. Însă crede, bazat pe sistematica Mamiferelor, că în starea actuală a cunoștințelor această încercare ar fi prematură. După el, până ce nu se va

ajunge la cunoașterea mai precisă a deosebirii dintre rasele fixate ereditar (subspecii) și *modificațiile* condiționate de mediu, este mai bine să ne oprim la noțiunea de specie, ca unitate taxonomică elementară. De aceea în analiza statistică a faunei palearctice a Mamiferelor de stepă și deșert, el pornește dela specie pentru a delimita subregiunile zoogeografice.

Dacă este ușor să degajezi curențele dominante în biogeografie, este însă mult mai greu să încerci a grupa pe reprezentanții lor în categorii rigide. Căci cele două tendințe principale (ecologică și genetică) nu se exclud una pe alta, ci se îmbină și se combină adesea destul de intim și de armonios în opera multor pionieri ai biogeografiei. Evident unii, și mai ales cei vechi, au contribuit la orientarea acestei discipline într'o direcție sau alta după cunoștințele epocii, însă rari sunt printre cei actuali aceia care să fie exclusiviști și să poată fi net clasati într'o anumită categorie.



81. 970

